
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»



**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
ОАО «ФСК ЕЭС»**

**СТО 56947007-
33.060.40.177-2014**

**Технологическая связь. Типовые технические требования к аппаратуре
высокочастотной связи по линиям электропередачи**

Стандарт организации

Дата введения: 21.05.2014

ОАО «ФСК ЕЭС»

2014

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организаций Российской Федерации - ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения», общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению межгосударственных стандартов, правил и рекомендаций по межгосударственной стандартизации и изменений к ним - ГОСТ 1.5, правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов Российской Федерации, общие требования к их содержанию, а также правила оформления и изложения изменений к национальным стандартам Российской Федерации - ГОСТ Р 1.5.

Сведения о стандарте организации

1. РАЗРАБОТАН: ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС».
2. ВНЕСЁН: Департаментом развития систем связи,
Департаментом инновационного развития.
3. УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ:
Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 21.05.2014 № 236.
4. СОГЛАСОВАН: с ОАО «СО ЕЭС» письмом от 30.12.2013.
№ Л1-П-2-19-16814.
5. ВВЕДЁН: ВПЕРВЫЕ.

Замечания и предложения по стандарту организации следует направлять в Департамент инновационного развития ОАО «ФСК ЕЭС» по адресу: 117630, Москва, ул. Ак. Челомея, д. 5А,
электронной почтой по адресу: vaga-na@fsk-ees.ru.

Настоящий документ не может быть полностью или частично воспроизведён, тиражирован и распространён в качестве официального издания без разрешения
ОАО «ФСК ЕЭС».

Оглавление

| | | |
|------|--|----|
| 1 | Область применения | 5 |
| 2 | Нормативные ссылки | 9 |
| 3 | Термины и определения, обозначения и сокращения | 14 |
| 3.1 | Термины и определения..... | 14 |
| 3.2 | Обозначения и сокращения..... | 18 |
| 4 | Общие требования к аппаратуре..... | 20 |
| 4.1 | Устойчивость к климатическим воздействиям при эксплуатации..... | 20 |
| 4.2 | Стойкость к механическим воздействиям | 21 |
| 4.3 | Условия хранения и транспортировки..... | 21 |
| 4.4 | Электропитание | 22 |
| 4.5 | Электрическая прочность изоляции..... | 23 |
| 4.6 | Электробезопасность..... | 23 |
| 4.7 | Пожаробезопасность..... | 23 |
| 4.8 | Электромагнитная совместимость..... | 24 |
| 4.9 | Мониторинг, регистрация, сигнализация, взаимодействие с АСУ ТП.... | 33 |
| 4.10 | Программное обеспечение и ИЧМ | 34 |
| 4.11 | Надежность | 34 |
| 4.12 | Требования к конструкции | 35 |
| 4.13 | Требования к эксплуатационной документации..... | 35 |
| 4.14 | Требование к предприятию-изготовителю | 36 |
| 4.15 | Требования к сервисным центрам | 36 |
| 4.16 | Требования по информационной безопасности..... | 37 |
| 5 | Общие требования к параметрам аппаратуры..... | 37 |
| 6 | Требования к параметрам аппаратуры с ЧРС | 39 |
| 7 | Требования к параметрам аппаратуры с ВРС..... | 48 |
| 8 | Требования к аппаратуре каналов ВЧ защит..... | 50 |
| 9 | Требования к устройствам передачи/приема аварийных сигналов и команд | 55 |
| 10 | Методика проверки выполнения требований | 62 |
| 10.1 | Проведение испытаний..... | 62 |
| 10.2 | Проверка общих требований к аппаратуре | 64 |
| 10.3 | Проверка общих требований к параметрам аппаратуры | 81 |
| 10.4 | Проверка частных требований к параметрам аппаратуры с ЧРС | 86 |
| 10.5 | Проверка частных требований к параметрам аппаратуры с ВРС | 90 |

| | | |
|-------------|--|------------|
| 10.6 | Проверка частных требований к параметрам аппаратуры каналов ВЧ защит..... | 94 |
| 10.7 | Проверка частных требований к параметрам УПАСК..... | 100 |
| | Приложение А. | 107 |
| | Методика распределения номинальной выходной мощности передатчика между различными сигналами в аппаратуре ЧРС | 107 |
| | Приложение Б. | 108 |
| | Методика распределения номинальной выходной мощности передатчика между различными сигналами в аппаратуре ВРС | 108 |
| | Приложение В. | 109 |
| | Требования к параметрам измерительных приборов..... | 109 |
| | Приложение Г. | 115 |
| | Перечень пунктов типовых технических требований к аппаратуре ВЧ связи, используемых при аттестации и при составлении конкурсной документации..... | 115 |
| | Библиография..... | 123 |

1 Область применения

Требования настоящего Стандарта организации (далее – СТО) распространяются на аппаратуру уплотнения каналов высокочастотной (ВЧ) связи по высоковольтным линиям электропередачи напряжением 35 кВ и выше (в дальнейшем по тексту «аппаратура»).

СТО предназначен для применения в организациях электроэнергетики, а также научно-исследовательских и проектных организациях, выполняющих разработки для электроэнергетики, и других организациях, участвующих в создании систем связи в электроэнергетике, а также при проведении аттестации.

СТО устанавливает требуемые значения параметров аппаратуры следующих видов:

- аналоговая комбинированная аппаратура для передачи в номинальной полосе частот нескольких видов информации (речь, телемеханика, данные, сигналы и команды РЗ и ПА) с разделением сигналов в частотной области (ЧРС);

- цифровая комбинированная аппаратура для передачи в номинальной полосе частот нескольких видов информации (речь, телемеханика, данные, сигналы и команды РЗ и ПА) с разделением сигналов во временной области (ВРС);

- комплексная аппаратура, в которой одна часть номинальной полосы частот передачи/приема используется для передачи по принципу ЧРС, а другая часть – по принципу ВРС;

- специализированная аппаратура для организации каналов ВЧ защит с передачей сигналов дифференциально-фазных (ДФЗ) и других видов РЗ;

- специализированная аппаратура для организации совмещенных ВЧ каналов РЗ с совместной передачей/приемом сигналов ВЧ защит и команд РЗ;

- комбинированная аппаратура для организации каналов передачи и приема отключающих, разрешающих, ускоряющих и блокирующих сигналов РЗ и команд ПА, а также сигналов телемеханики. В практике работы электросетей РФ такая аппаратура носит название «устройство передачи/приема аварийных сигналов и команд».

СТО устанавливает требуемые значения параметров входных и выходных интерфейсов аппаратуры и соответствующих этим интерфейсам сигналов. Интерфейсы различных видов аппаратуры, для которых нормируются параметры, представлены на рисунках (1.1 – 1.4).

Нормы и требования СТО подлежат соблюдению субъектами хозяйственной деятельности на территории РФ, которые будут участвовать в поставках систем и оборудования для субъектов электроэнергетики в качестве изготовителя либо в качестве исполнителей работ (услуг), если требование по соблюдению данного СТО указано в договоре (контракте) на

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ИЛИ ЕЕ КОМПОНЕНТОВ.

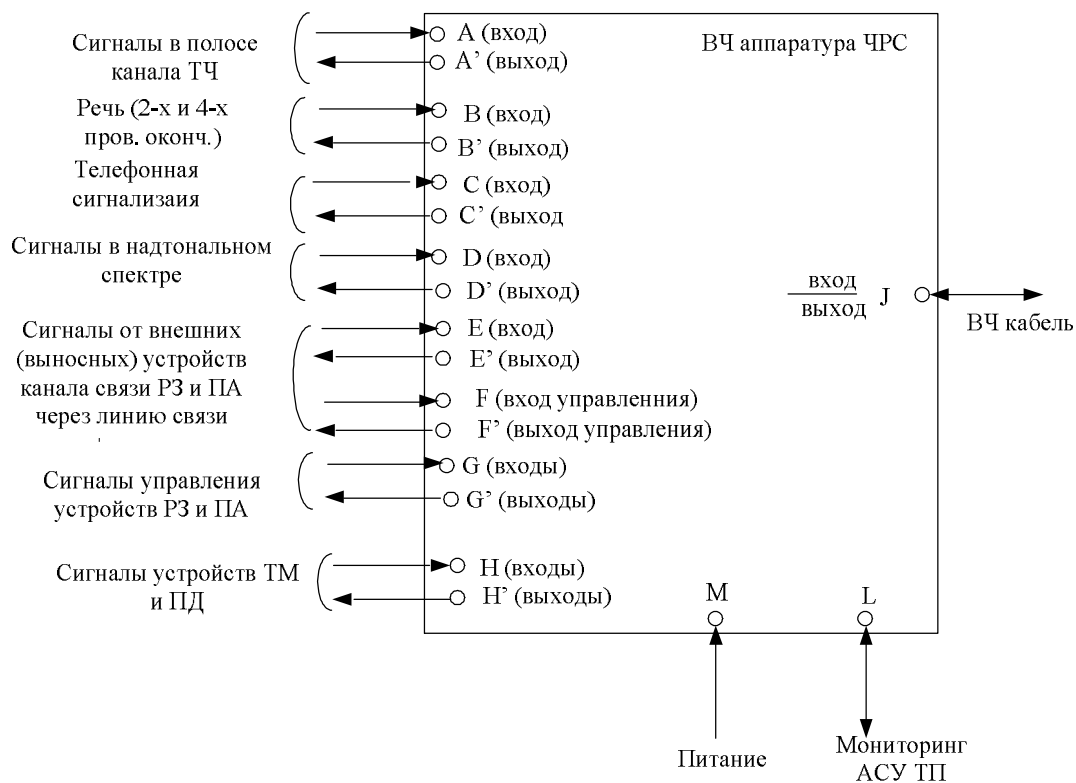


Рисунок 1.1 Цепи интерфейсов комбинированной аппаратуры с ЧРС

Примечание. Входы и выходы G и H имеются только при наличии встроенных модулей (блоков) УПАСК и встроенных модемов для передачи данных и сигналов ТМ.

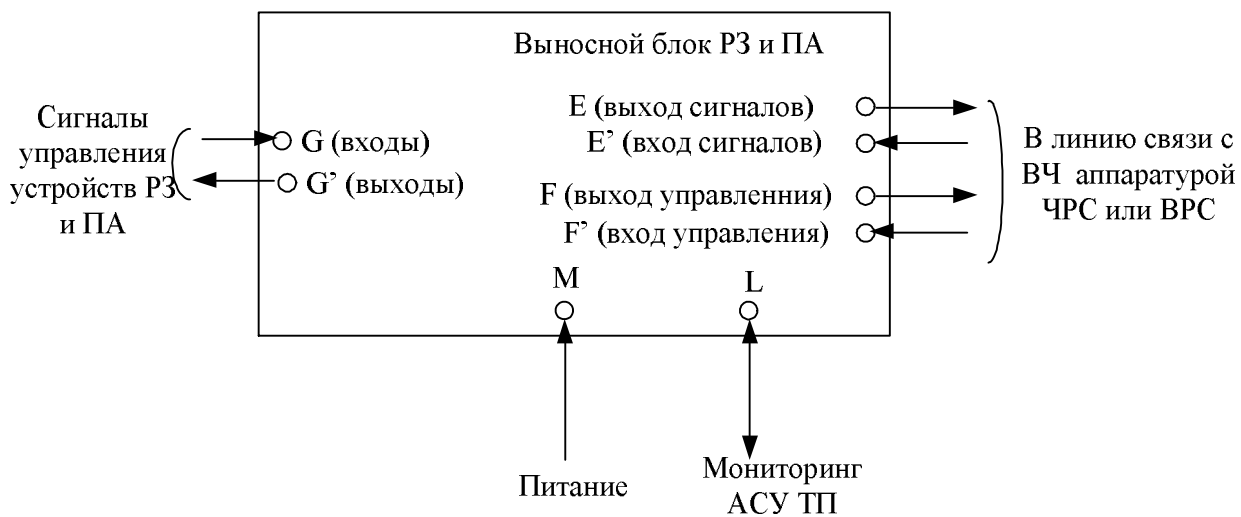


Рисунок 1.1, а Цепи интерфейсов выносного блока РЗ и ПА

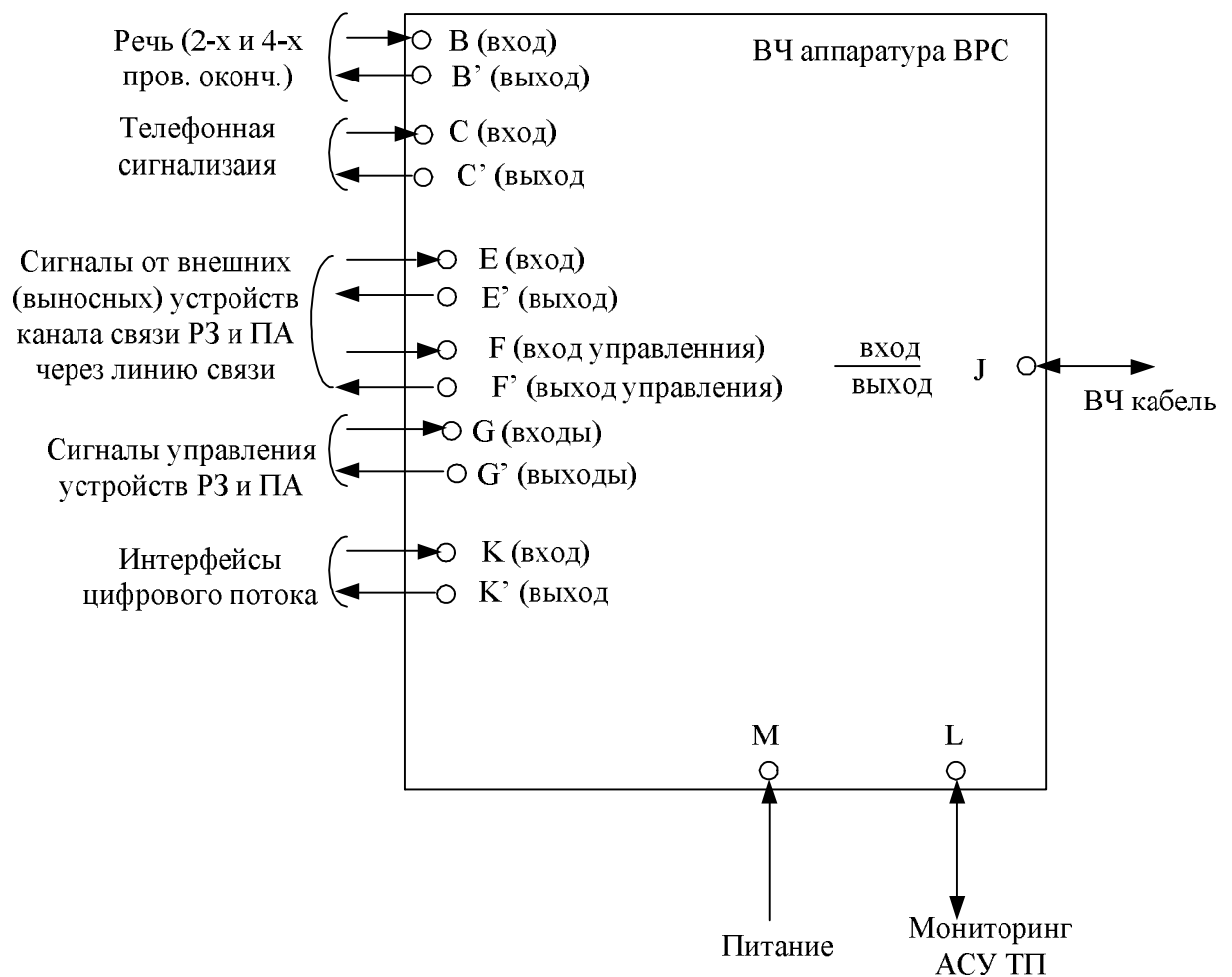


Рисунок 1.2 Цепи интерфейсов комбинированной аппаратуры с ВРС
 Примечание. Входы и выходы G имеются только при наличии встроенных модулей (блоков) УПАСК

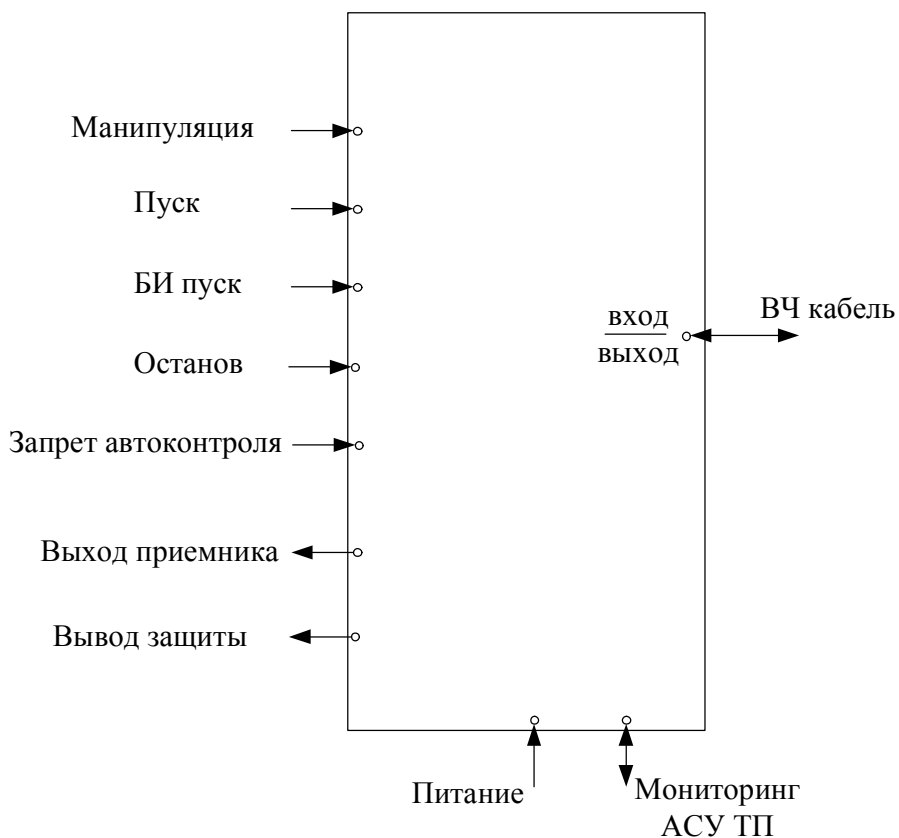
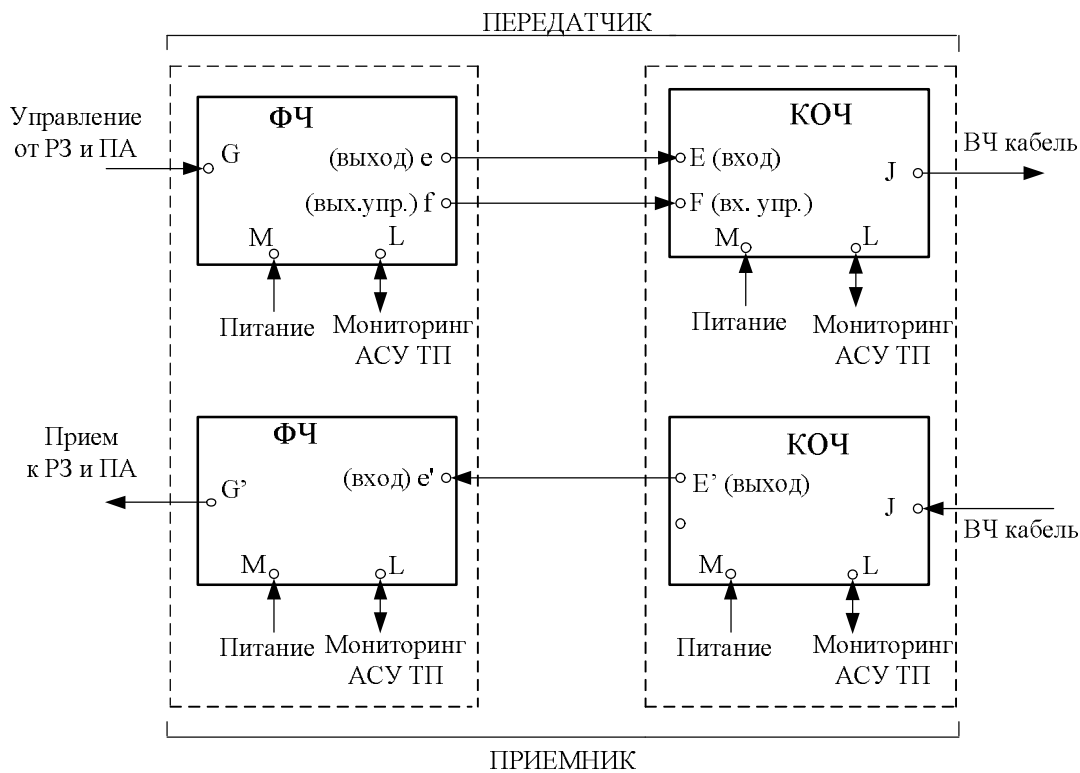


Рисунок 1.3 Цепи интерфейсов специализированной аппаратуры каналов ВЧ защит



ФЧ - формирующая часть
КОЧ - каналобразующая часть

Рисунок 1.4 Цепи интерфейсов аппаратуры каналов УПАСК (симплексный вариант)

2 Нормативные ссылки

ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением № 1).

ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности (с Изменениями № 1 - 4).

ГОСТ 14255-69 (СИ СЭВ 592-77) МЭК 144 (1963) Аппараты электрические на напряжение до 1000 В. Оболочки. Степени защиты (с Изменениями № 1 – 2).

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды (с Изменениями № 1 – 5).

ГОСТ 15543.1-89 Изделия электротехнические и другие технические изделия. Общие требования в части стойкости к климатическим внешним воздействующим факторам (с Изменениями № 1 - 2).

ГОСТ 17516.1-90 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам (с Изменениями № 1 – 2).

ГОСТ 23216-78 Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний (с Изменениями № 1 – 3).

ГОСТ 16962.1-89 Изделия электротехнические. Методы испытаний на устойчивость к климатическим внешним воздействующим факторам (с Изменением № 1).

ГОСТ 20.57.406-81 Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний (с Изменениями № 1 – 10).

ГОСТ 2991-85 Ящики дощатые неразборные для грузов массой до 500 кг. Общие технические условия (с Изменениями № 1 – 2).

ГОСТ 15846-02 Продукция, отправляемая в районы Крайнего

Севера и приравненные к ним местности. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение.

ГОСТ 18145-81 (СТ СЭВ 6367-88) Цепи на стыке С2 аппаратуры передачи-данных с оконечным оборудованием при последовательном вводе-выводе данных. Номенклатура и технические требования (с Изменениями № 1 – 3).

ГОСТ 30328-95 (МЭК 255-5-77)/ГОСТ Р 50514-93 (МЭК 255-5-77) Реле электрические. Испытание изоляции.

ГОСТ 32137-13 Совместимость технических средств электромагнитная. Технические средства для атомных станций. Требования и методы испытаний.

ГОСТ 30804.4.2-2013 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний.

ГОСТ 30804.4.4-13 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытаний.

ГОСТ 30804.4.11-13 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к провалам, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения.

ГОСТ 30804.4.13-13 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к искажениям синусоидальности напряжения электропитания, включая передачу сигналов по электрическим сетям. Требования и методы испытаний.

ГОСТ ИЕС 60950-1-11 Оборудование информационных технологий. Требования безопасности. Часть 1. Общие требования.

ГОСТ Р 50840-95 Передача речи по трактам связи. Методы оценки качества, разборчивости и узнаваемости.

ГОСТ Р 50648-94 (МЭК 1000-4-8-93) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к магнитному полю промышленной частоты. Технические требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 50649-94 (МЭК 1000-4-9-93) Совместимость

технических средств электромагнитная. Устойчивость к импульсному магнитному полю. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий.

ГОСТ Р 50779.30-95 Статистические методы. Приемочный контроль качества. Общие требования.

ГОСТ Р 50652-94 (МЭК 1000-4-10-93) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к затухающему колебательному магнитному полю. Технические требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51317.1.2-07 (МЭК 61000-1-2:2001) Совместимость технических средств электромагнитная. Методология обеспечения функциональной безопасности технических средств в отношении электромагнитных помех.

ГОСТ Р 51317.4.1-2000 (МЭК 61000-4-1-2000) Совместимость технических средств электромагнитная. Испытания на помехоустойчивость. Виды испытаний.

ГОСТ Р 51317.4.3-99 (МЭК 61000-4-3-95) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51317.4.6-99 (МЭК 61000-4-6-96) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-95) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к колебательным затухающим помехам. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51317.4.14-2000 (МЭК 61000-4-14:99) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к колебаниям напряжения электропитания. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51317.4.16-2000 (МЭК 61000-4-16-98). Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к кондуктивным помехам в полосе частот от 0 до 150 кГц. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51317.4.17-2000 (МЭК 61000-4-17-99) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к пульсациям напряжения электропитания постоянного тока. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51317.6.5-06 (МЭК 61000-6-5:2001) Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых на электрических станциях и подстанциях. Технические требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51318.22-99 (СИСПР 22-97). Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи промышленные от оборудования информационных технологий. Нормы и методы измерений (с Изменением № 1).

ГОСТ Р 51317.4.28-2000 (МЭК 61000-4-28:99) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к изменениям частоты питающего напряжения. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51516-99 (МЭК 60255-22-4:92) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость измерительных реле и устройств защиты к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51525-99 (МЭК 60255-22-2-96) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость измерительных реле и устройств защиты к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-04 Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 104. Доступ к сети для ГОСТ Р МЭК 870-5-101 с использованием стандартных транспортных профилей.

ГОСТ Р 51179-98 (МЭК 870-2-1-95) Устройства и системы

телемеханики. Часть 2. Условия эксплуатации. Раздел 1. Источники питания и электромагнитная совместимость.

ГОСТ Р МЭК 60605-6-07 Надежность в технике. Критерии проверки постоянства интенсивности отказов и параметра потока отказов.

Примечание. При использовании настоящего стандарта целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю "Национальные стандарты", который публикуется по состоянию на 1 января текущего года, а также по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения, обозначения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 аппаратура аналоговая: комбинированная аппаратура, использующая номинальную полосу частот канала для передачи сигналов различных видов информации (речь, телемеханика, данные, команды РЗ и ПА) с разделением этих сигналов в частотной области (ЧРС).

Примечание. Сигналы РЗ и ПА передаются, как правило, при отключении всех или части сигналов, передаваемых в канале ЧРС. Частоты сигналов РЗ и ПА располагаются в полосе частот отключаемых сигналов.

3.1.2 аппаратура комбинированная: аппаратура, использующая номинальные полосы (полосу) частот для передачи нескольких видов информации.

Примечание. Обычно это сигналы речи, данных, телемеханики, команд РЗ и ПА.

3.1.3 аппаратура комплексная: аппаратура, в которой одна часть номинальной полосы частот передачи/приёма используется для передачи информации с ЧРС, а другая часть с ВРС.

3.1.4 аппаратура специализированная: аппаратура, использующая номинальные полосы (полосу) частот для передачи сигналов только одного вида информации.

3.1.5 аппаратура уплотнения: аппаратура для частотного уплотнения линий связи (ВЧ тракта), предназначенная для создания канала ВЧ связи по ЛЭП.

3.1.6 аппаратура цифровая: комбинированная аппаратура, использующая номинальную полосу частот канала для передачи сигналов различных видов информации (речь, телемеханика, данные, команды РЗ и ПА) с разделением этих сигналов во временной области (ВРС)).

Примечание. Команды РЗ и ПА передаются при отключении всех сигналов, передаваемых аппаратурой в канале ВРС. Частоты сигналов РЗ и ПА располагаются в полосе частот аппаратуры ВРС.

3.1.7 базисная полоса частот: элементарная часть общего ВЧ диапазона, имеющая ширину 4 кГц.

Примечание. В аппаратуре с ЧРС базисная полоса частот используется, как правило, для передачи информации по одному каналу ТЧ в одном направлении.

3.1.8 внеполосный спектр: часть спектра передаваемых сигналов, расположенная вне номинальной полосы частот передатчика аппаратуры.

3.1.9 время передачи: время, прошедшее между моментами подачи сигнала на вход терминала канала связи и его появлением на выходе корреспондирующего терминала.

Примечание. Для УПАСК это интервал времени с момента поступления напряжения на управляющий вход передатчика до замыкания соответствующей выходной цепи приемника.

3.1.10 ВЧ тракт: составной четырехполюсник, в который входят заключенные между ВЧ входом и ВЧ выходом аппаратуры уплотнения и

связанные единой схемой устройства обработки и присоединения (заградители, конденсаторы связи, фильтры присоединения, ВЧ кабели), линии электропередачи и подстанции.

Примечание. В состав ВЧ тракта могут входить разделительные фильтры и шкафы отбора напряжения (на линиях 220 кВ и ниже).

3.1.11 затухание асимметрии: логарифмическая мера, характеризующая степень асимметрии симметричных окончаний.

3.1.12 затухание балансное: логарифмическая мера, характеризующая отличие балансного сопротивления $Z_{\text{б ДС}}$ от входного сопротивления ВЧ тракта $Z_{\text{вх.вчт.}}$ (комплексные значения).

3.1.13 затухание несогласованности: логарифмическая мера, характеризующая отличие входного сопротивления $Z_{\text{вх}}$ аппаратуры (комплексное значение) от номинального сопротивления $Z_{\text{ном}}$.

3.1.14 канал ВЧ защиты: канал ВЧ связи для передачи сигналов дифференциально-фазных защит и защит с ВЧ блокировкой (дистанционных и направленных).

3.1.15 канал ВЧ связи: канал связи, использующий в качестве среды распространения провода (фазы и тросы) линии электропередачи.

3.1.16 канал ВЧ связи аналоговый: канал ВЧ связи, организованный при помощи аналоговой аппаратуры.

3.1.17 канал ВЧ связи комплексный: канал ВЧ связи, организованный при помощи комплексной аппаратуры.

3.1.18 канал ВЧ связи цифровой: канал ВЧ связи, организованный при помощи цифровой аппаратуры.

3.1.19 канал УПАСК: канал ВЧ связи, используемый для передачи/приема:

- отключающих, разрешающих, ускоряющих и блокирующих сигналов РЗ;

- команд противоаварийной и другой автоматики.

3.1.20 канал тональной частоты: аналоговый канал, по которому передаются сигналы на частотах, располагающихся в диапазоне частот 100 – 3900 Гц.

3.1.21 контрольная частота: частота контрольного сигнала, передаваемого в линию и используемого для автоматической регулировки усиления, автоматической подстройки частоты, контроля канала и других целей.

3.1.22 коэффициент пульсации выпрямленного напряжения: отношение амплитуды первой гармоники напряжения пульсации к среднему значению напряжения.

3.1.23 манипуляция частотная: вид модуляции, при которой значениям «0» и «1» соответствуют определённые частоты синусоидального сигнала при неизменной амплитуде.

3.1.24 модуляция амплитудная с передачей одной боковой полосы частот: амплитудная модуляция с подавлением несущей и одной из боковых полос частот.

3.1.25 модуляция квадратурная амплитудная: вид модуляции несущей частоты, используемый при передаче цифровой информации для преобразования потока единиц и нулей в аналоговую форму сигнала.

3.1.26 мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов: вид узкополосной модуляции с использованием многих ортогонально расположенных несущих тональных частот.

3.1.27 номинальная выходная мощность (P_n): пиковая мощность огибающей на ВЧ выходе аппаратуры, на которую рассчитан выходной усилитель мощности и при которой паразитные излучения на выходе аппаратуры удовлетворяют нормам.

3.1.28 номинальная выходная мощность канала (P_k): часть номинальной выходной мощности аппаратуры, которая используется для передачи сигналов в одном канале многоканальной аппаратуры.

3.1.29 номинальная полоса частот: полоса частот, равная или кратная базисной, используемая для передачи/приема информации в конкретной аппаратуре.

Примечание. Для каналов ВЧ защит номинальная полоса частот может равняться половине базисной полосы частот.

3.1.30 номинальная полоса частот канала контрольной частоты: часть полосы частот канала ТЧ, используемая для передачи сигнала КЧ.

3.1.31 номинальное сопротивление: значение сопротивления, на которое рассчитаны цепи входных и выходных интерфейсов аппаратуры и которое используется при проверке выполнения соответствующих требований к аппаратуре.

3.1.32 общий ВЧ диапазон: диапазон частот, в пределах которого могут выбираться номинальные полосы частот каналов ВЧ связи по ЛЭП.

3.1.33 охранная полоса частот: полоса частот, кратная базисной полосе частот, разделяющая номинальные полосы частот передачи и приема одной аппаратуры.

3.1.34 паразитные излучения: излучения на частотах, расположенных вне номинальной полосы частот передатчика аппаратуры, содержащие продукты нелинейных искажений в тракте передачи сигналов.

3.1.35 помехоустойчивость: способность аппаратуры выполнять свои функции при воздействии помех.

Примечание. Помехоустойчивость характеризуется:

- для каналов речи – качеством передачи речи – MOS (ITU-T P.862);
- для каналов телемеханики – допустимыми краевыми искажениями и/или коэффициентом ошибок;
- для каналов передачи данных – допустимым коэффициентом ошибок;
- для каналов УПАСК в соответствии с двумя показателями:
 - безопасностью – способностью аппаратуры предотвращать неправильное действие при воздействии шумов и помех. Безопасность определяется:
 - для каналов ВЧ защит вероятностью излишнего действия защиты (Риз.) на отключение выключателя при коротком замыкании вне защищаемой линии;

- для каналов УПАСК вероятностью приема ложной команды ($P_{Л.К.}$) в случае, когда она не передавалась.
- Надежностью – способностью аппаратуры правильно выполнять свои функции при наличии помех или шумов. Надежность определяется:
 - для каналов ВЧ защит вероятностью отказа, то есть задержки действия защиты сверх допустимого времени при коротком замыкании на защищаемой линии $P_{ОТК}$;
 - для каналов УПАСК вероятностью пропуска, то есть задержки приема переданной команды сверх допустимого времени $P_{П.К.}$.

3.1.36 помехоэмиссия (электромагнитная эмиссия): явление, при котором электромагнитная энергия исходит от источника.

3.1.37 порт: граница между аппаратурой и внешней электромагнитной средой (зажим, разъем, клемма, стык связи и т.п.).

3.1.38 порт корпуса: физическая граница аппаратуры, через которую могут излучаться создаваемые им или проникать внешние электромагнитные поля.

3.1.39 порт подключения кабеля: порт, в котором проводник или кабель подключается к аппаратуре. К портам подключения кабеля относят порты электропитания, сигнальные порты и порты функционального заземления.

3.1.40 порт функционального заземления: порт подключения кабеля, отличный от сигнального порта и порта электропитания, предназначенный для подключения к заземлению, применяемому для целей иных, чем обеспечение электрической безопасности

3.1.41 соединения локальные: проводники или кабели, подключённые к аппаратуре, функционирующей в условиях мягкой электромагнитной обстановки или электромагнитной обстановки средней жёсткости, если они соответствуют хотя бы одному из следующих требований:

- не подключённые непосредственно к силовому оборудованию;
- по длине не превышающие нескольких десятков метров;
- используемые для целей связи в пределах одного здания.

3.1.42 соединения полевые: проводники или кабели, подключённые к аппаратуре, размещённой на территории подстанции, при наличии общей системы заземления.

3.1.43 соединения с высоковольтным оборудованием: кабели, проложенные от контрольно-измерительной аппаратуры к высоковольтному оборудованию (автоматическим выключателям, трансформаторам тока, трансформаторам напряжения, оборудованию передачи данных по силовым линиям).

3.1.44 соединения с линиями связи: кабели связи, выходящие за пределы распределённой системы заземления электростанции или подстанции для непосредственного соединения (без применения средств защиты от помех) с системой проводной связи или с удалёнными объектами.

3.1.45 терминал: оконечная аппаратура канала связи.

3.1.46 уровень мощности абсолютный (дБм): Определяется по отношению мощности P_x (мВт) к мощности 1,0 мВт, как:

$$X_{дБм} = 10 \lg (P_x / 1) \quad (3.1)$$

3.1.47 уровень мощности относительный (дБо): относительный уровень мощности в любой точке X системы X дБо, определяющий отношение мощности P_x в этой точке к мощности в опорной точке (обычно это точка в начале разговорного тракта системы передачи) P_0 и рассчитывается как:

$$X_{дБо} = 10 \lg (P_x / P_0) \quad (3.2)$$

Примечание. Так, в точке системы с относительным уровнем X дБо абсолютный уровень мощности будет равен уровню X дБм, если в опорную точку будет подан сигнал с нулевым уровнем по мощности.

3.1.48 уровень мощности системный (дБм0): системный уровень мощности X дБм0 определяется по отношению к уровню в точке системы с нулевым относительным уровнем.

Примечание. Положительная или отрицательная величина X дБм0 в любой точке системы обозначает, что данный сигнал больше или меньше уровня тестового сигнала в точке с относительным нулевым уровнем. Для любой точки системы имеет место соотношение X дБм= X дБм0+ X дБо.

3.1.49 уровень мощности системный психометрический (дБм0п): выражение дБм0п употребляется в том же смысле, как дБм0, только в этом случае уровень измеряется в канале ГЧ с помощью психометра.

3.1.50 уровень напряжения абсолютный (дБн): определяется по отношению напряжения U_x (В) к напряжению 0,775 В, как

$$X_{дБн} = 20 \lg (U_x / 0,775) \quad (3.3)$$

3.1.51 чувствительность: минимальное значение уровня сигнала на входе приемника, при котором аппаратура выполняет свои функции с соблюдением нормированных параметров.

3.1.52 электромагнитная совместимость: способность технического средства функционировать с заданным качеством в заданной электромагнитной обстановке и не создавать недопустимых электромагнитных помех другим техническим средствам.

3.1.53 эффективно передаваемая полоса частот канала ГЧ: полоса частот канала ГЧ, используемая для передачи всех видов информации: речи, телемеханики, данных, сигналов вызова, КЧ, сигналов РЗ и ПА и других.

3.1.54 эффективно передаваемая полоса частот канала речи: часть полосы частот канала ГЧ, используемая для передачи речи.

3.1.55 эффективно передаваемая полоса частот в надтональном спектре: часть полосы частот канала ГЧ, расположенная выше полосы частот канала речи и используемая для передачи сигналов телемеханики, данных, внеполосной сигнализации, КЧ.

3.2 Обозначения и сокращения

| | | |
|----|---|-------------------------|
| АК | - | автоматический контроль |
|----|---|-------------------------|

| | | |
|---------|---|---|
| АМ ОБП | - | амплитудная модуляция с передачей одной боковой полосы частот |
| АПЧ | - | автоматическая подстройка частоты |
| АРУ | - | автоматическая регулировка усиления |
| АС | - | анализатор спектра |
| АТС | - | автоматическая телефонная станция |
| АУ | - | аппаратура уплотнения |
| АЧХ | - | амплитудно-частотная характеристика |
| БИ пуск | - | безынерционный пуск |
| ВЛ | - | воздушная линия электропередачи |
| ВРС | - | временное разделение сигналов |
| ВЧ | - | высокая частота |
| ВЧБ | - | высокочастотная блокировка |
| ВЧЗ | - | высокочастотный заградитель |
| ГВП | - | групповое время прохождения |
| ГИО | - | гололедно-изморозиевые отложения |
| ГСС | - | генератор стандартных сигналов |
| ДК | - | диспетчерский коммутатор |
| ДС | - | дифференциальная система |
| ДФЗ | - | дифференциально-фазная защита |
| ДЦ | - | диспетчерский центр |
| ИИУ | - | избирательный измеритель уровня |
| ИКРЗА | - | испытательный комплекс для релейной защиты и автоматики |
| ИЛ | - | искусственная линия |
| ИПН | - | источник постоянного напряжения |
| ИТ | - | информационные технологии |
| ИЧМ | - | интерфейс человек-машина |
| КАМ | - | квадратурная амплитудная модуляция |
| КЗ | - | короткое замыкание |
| ККФ | - | критерий качества функционирования |
| КОЧ | - | каналообразующая часть |
| КС | - | конденсатор связи |
| КЧ | - | контрольная частота |
| ЛЭП | - | линия электропередачи |
| МЗ | - | магазин затуханий |
| ОС | - | охранный сигнал |
| OFDM | - | мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов |
| ПА | - | противоаварийная автоматика |
| ПД | - | передача данных |
| ПК | - | персональный компьютер |
| ПО | - | программное обеспечение |

| | | |
|-------|---|---|
| ППЗ | - | полупроводниковая защита |
| РФ | - | разделительный фильтр |
| РЗ | - | релейная защита |
| С/П | - | сигнал/помеха |
| ТМ | - | телемеханика |
| ТД | - | техническая документация |
| ТФ | - | телефония |
| ТЧ | - | тональная частота |
| УП | - | устройство присоединения к линии |
| УПАСК | - | устройство передачи/приема аварийных сигналов и команд. |
| ФП | - | фильтр присоединения |
| ФЧ | - | формирующая часть |
| ЦП | - | цифровой поток |
| ЧМ | - | частотная манипуляция |
| ЧРС | - | частотное разделение сигналов |
| ЧХ | - | частотная характеристика |
| ЭДС | - | электродвижущая сила |
| ШОУ | - | широкий (фильтр), ограничитель амплитуды, узкополосный (фильтр)- метод построения помехоустойчивого приёмника |
| ЭМС | - | электромагнитная совместимость |

4 Общие требования к аппаратуре

4.1 Устойчивость к климатическим воздействиям при эксплуатации

4.1.1 Аппаратура должна сохранять работоспособность при следующих условиях окружающей среды (климатическое исполнение УХЛ 4):

- температура от +1°С до +45 °С;
- относительная влажность не более 85 % при температуре 25 °С;
- высота над уровнем моря 2000 м;
- промышленная атмосфера типа 2.

Нормальными значениями должны быть приняты:

- температура 25°±10 °С;
- относительная влажность 45 – 80 %;
- атмосферное давление 84,0-106,7 кПа (630-800 мм. рт. ст.).

4.1.2 Аппаратура должна сохранять работоспособность при температуре до +55 °С в течение не менее 24 часов/месяц. При этом аппаратура может не сохранять номинальных параметров. В технических условиях должны быть указаны допустимые отклонения параметров. При уменьшении температуры до рабочих значений (от 1 °С до +45 °С) все параметры должны соответствовать требованиям СТО.

4.1.3 Вывод тепла потерь аппаратуры каналов ВЧ защит и каналов УПАСК, согласно СТО 56947007-29.120.70.042-2010, должен осуществляться только путем естественной вентиляции.

4.2 Стойкость к механическим воздействиям

4.2.1 Аппаратура, устанавливаемая в помещениях центральных (главных), релейных, блочных, групповых щитов управления и линейно-аппаратных залах и подстанций, должна соответствовать (согласно ГОСТ 17516.1) группе механического исполнения М40 при воздействии одиночных ударов при пиковом ударном ускорении 3 g и длительности действия ударного ускорения 2 – 20 мс (степень жесткости 1), а также после синусоидальной вибрации в диапазоне частот 0,5 – 100 Гц при максимальной амплитуде ускорения 0,25 g (степень жесткости 8).

4.2.2 Аппаратура в соответствии с ГОСТ 23216 при транспортировании должна соответствовать классу ОЛ.

4.2.3 Аппаратура в соответствии с ГОСТ 17516.1 должна соответствовать требованиям в части сейсмостойкости группе механического исполнения М40 интенсивность землетрясения 9 баллов по MSK-64.

4.2.4 Аппаратура в процессе и после механических внешних воздействий должна сохранять полную работоспособность, то есть все значения параметров аппаратуры должны быть в соответствии с заявленными в ТУ.

4.3 Условия хранения и транспортировки

4.3.1 Аппаратура, включая её упаковку, должна отвечать требованиям ГОСТ 2991 и ГОСТ 15150.

4.3.2 Аппаратура в упакованном виде в течение заданного времени (указывается в ТУ) должна выдерживать без повреждений следующие условия транспортирования в зависимости от вида поставок согласно Таблице 4.1. Транспортирование аппаратуры допускается железнодорожным транспортом без перегрузок. Также перевозки без перегрузок автомобильным транспортом с пневматическим демпфированием - по дорогам с асфальтовым и бетонным покрытием (дороги 1-й категории по строительным нормам и правилам, утвержденным Госстроем) на расстоянии до 1000 км. Также допускаются перевозки различными видами транспорта: воздушным или железнодорожным транспортом совместно с автомобильным, отнесенным к настоящим условиям, с общим числом перегрузок не более двух, если при перегрузках обеспечено выполнение требований, соответствующих манипуляционному знаку «Хрупкое. Осторожно».

4.3.3 Аппаратура в упакованном виде в течение заданного времени (указывается в ТУ) должна выдерживать без повреждений следующие условия хранения в зависимости от вида поставок согласно Таблице 4.1.

Таблица 4.1

| Виды поставок | Обозначение условий транспортирования | Обозначение условий хранения |
|---|--|---|
| 1. Для потребностей экономики страны в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом в атмосфере любых типов (кроме районов Крайнего севера и труднодоступных районов по ГОСТ 15846) | 5 (ОЖ4) Навесы или помещения, где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе. Температура воздуха от (+50) °С до (-50) °С, относительная влажность воздуха для У2. | 1 (Л) Отапливаемое хранилище Температура воздуха – от (+40) °С, до (+5) °С, относительная влажность воздуха для УХЛ 4. |
| 2. Для потребностей экономики страны в районах Крайнего севера и труднодоступные районы по ГОСТ 15846 | 5 (ОЖ4) Навесы или помещения, где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе Температура воздуха – (+ 50/-50) °С, относительная влажность воздуха для У2 | 2 (С) Неотапливаемое хранилище. Температура воздуха – от (+40) °С, до (-50) °С, относительная влажность воздуха для У3. |

Примечание. Температура воздуха может регулироваться изготовителем при условии, что в ТУ на аппаратуру предусмотрено транспортирование только в герметизированных отсеках.

4.4 Электропитание

Аппаратура должна соответствовать требованиям СТО при питании от источников, отвечающих следующим нормам.

4.4.1 Для аппаратуры передачи ТФ, ТМ, ПД – от сети переменного тока:

- номинальное напряжение 220 В;
- допустимые отклонения напряжения от плюс 10 % до минус 15 %;
- номинальная частота 50 Гц;
- допустимые отклонения частоты (± 5) %
- форма синусоидальная, с коэффициентом искажения не более 10 %;

Должно быть обеспечено резервирование электропитания от аккумуляторной батареи напряжением 48 В или 60 В при условии бесперебойности питания. Допустимые отклонения напряжения батареи от плюс 10 % до минус 20 %. Допускается резервирование электропитания от аккумуляторной батареи 220, 110 В (аналогично п. 4.4.2).

4.4.2 Для аппаратуры каналов ВЧ защит и УПАСК, а также для комбинированной аппаратуры каналов связи и УПАСК – от источника постоянного тока:

- номинальные напряжения 220 В, 110 В;
- допустимые отклонения напряжения от плюс 10 % до минус 20 %;
- пульсация не более 10 %;
- помехи, измеренные на входных клеммах блока электропитания аппаратуры, не должны быть больше 3 мВ псофометрических.

Дополнительные требования к электропитанию аппаратуры каналов ВЧ защит и команд РЗ и ПА даны в п. 8.17 и п. 9.5.

4.5 Электрическая прочность изоляции

Изоляция цепей аппаратуры относительно корпуса должна выдерживать без повреждений испытательные напряжения в соответствии с Таблицей 4.2 (ГОСТ Р МЭК 51179).

Таблица 4.2

| Класс напряжения | Цепи | Напряжение промышленной частоты в течение 60 с (кВ эфф) | Импульсное напряжение 1,2/50 мкс (кВ макс) |
|------------------|---|---|--|
| VW1 | Входные и выходные цепи с напряжением до 60 В | 0,5 | 1 |
| VW2 | Цепи питания постоянного тока ниже 60 В | 1 | 2 |
| VW3 | Все цепи с напряжением выше 60 В | 2,5 | 5 |

Сопротивление изоляции относительно корпуса цепей аппаратуры каналов ВЧ защит и УПАСК должно быть не менее 100 МОм (при температуре ниже 35 °С и относительной влажности менее 75 %); аппаратуры телефонной связи и телемеханики – не менее 10 МОм.

4.6 Электробезопасность

Аппаратура должна соответствовать следующему требованию по электробезопасности (ГОСТ 12.2.007.0): сопротивление между заземляющим болтом и каждой доступной прикосновению металлической нетоковедущей частью устройства, которая может оказаться под напряжением, должно быть не более 0,1 Ом.

4.7 Пожаробезопасность

4.7.1 Требования к пожаробезопасности должны соответствовать нормам ГОСТ Р МЭК 60950-1.

4.7.2 Пожаробезопасность должна быть обеспечена:

- исключением использования легковоспламеняющихся материалов;
- обеспечением отсутствия перегревов узлов и деталей аппаратуры во всех режимах работы, в частности для УПАСК при пуске сигналов защиты или команд в течение 30 с;

– применением средств защиты для отключения в аварийном режиме работы (перегрев, короткое замыкание и др.).

4.8 Электромагнитная совместимость

Аппаратура должна соответствовать следующим требованиям в части ЭМС.

Аппаратура, в зависимости от ее назначения, должна работать в соответствии с заданным критерием качества функционирования (ККФ) при различных воздействиях, указанных в Таблице 4.3. Ниже приведены определения возможных ККФ:

- «А» – В период и после прекращения воздействия помехи аппаратура должна продолжать функционировать в соответствии с назначением. Не допускается ухудшение качества функционирования аппаратуры в сравнении с уровнем качества функционирования, установленным изготовителем применительно к использованию аппаратуры в соответствии с назначением, или прекращение выполнения функции аппаратуры.

- «В» – После прекращения воздействия помехи аппаратура должна продолжать функционировать в соответствии с назначением. Для аппаратуры связи возможна перезагрузка. Допускается ухудшение качества функционирования аппаратуры только в период воздействия помехи. При этом прекращение выполнения функции аппаратуры или изменение данных, хранимых в памяти аппаратуры, не допускается.

В соответствующих разделах СТО, пункты (6.10, 8.18, 9.6), указано конкретно, к какому ККФ должен соответствовать тот или иной тип аппаратуры, а также дана классификация портов, подлежащих проверке.

В соответствующих разделах СТО указано конкретно, какому ККФ должен соответствовать тот или иной тип аппаратуры.

Уровни испытательных воздействий, рекомендуемые для аппаратуры, устанавливаемой на электросетевых объектах приведены в Таблице 4.3.

На рисунке 4.1 изображены порты аппаратуры, которые должны быть подвержены испытаниям. Виды соединений на подстанции приведены на рисунке 4.2.

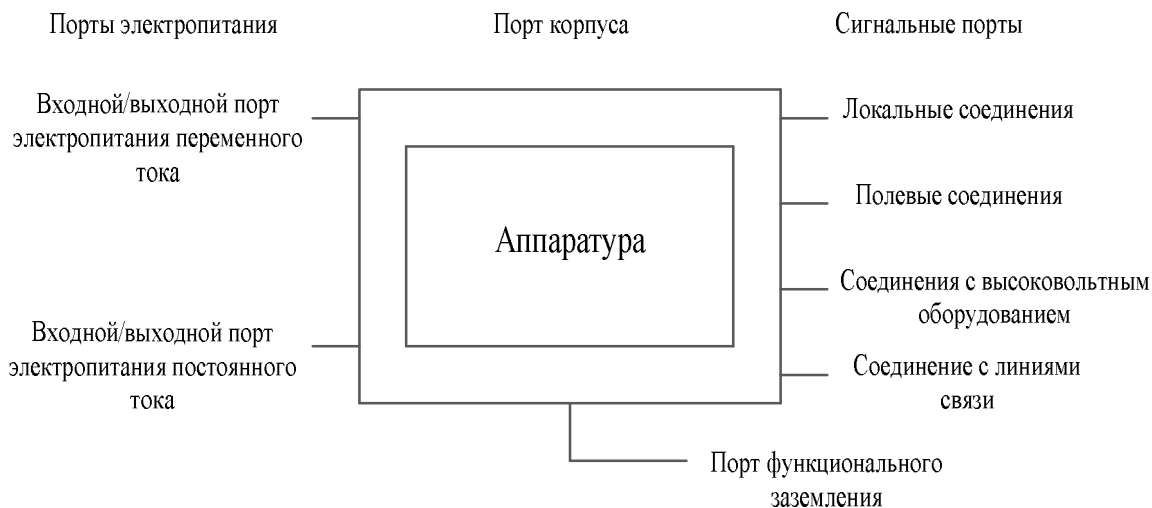


Рисунок 4.1 Порты аппаратуры

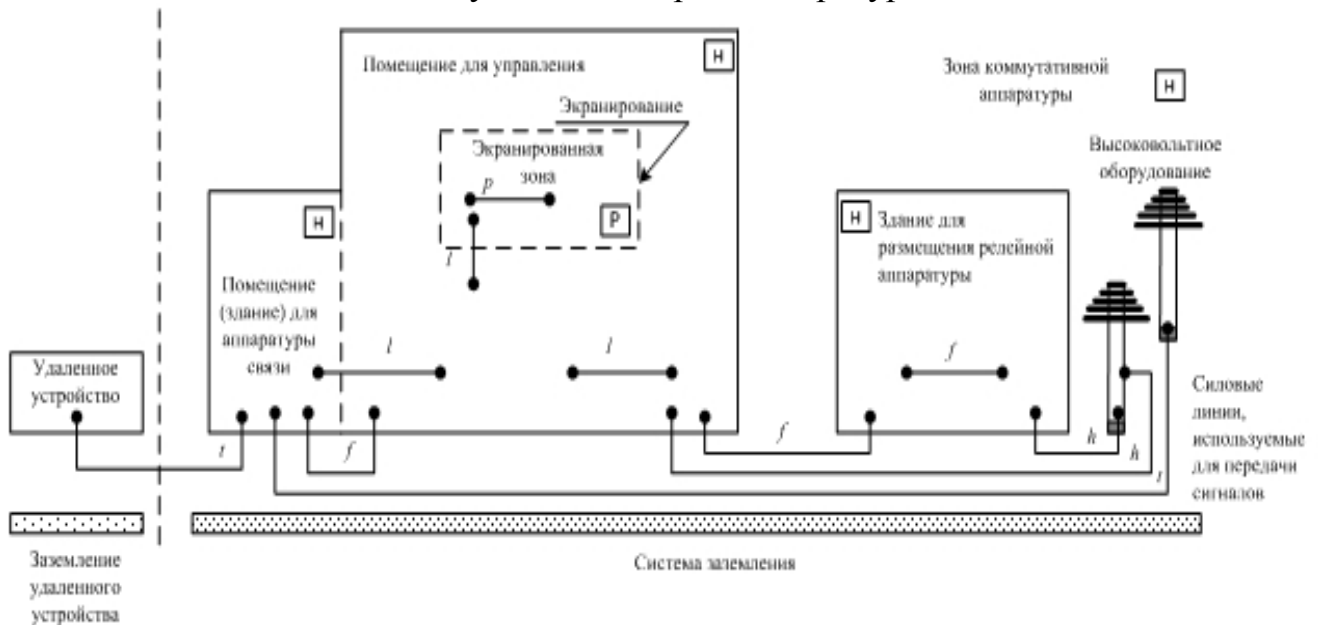


Рисунок 4.2 Виды соединений на подстанции

Примечание. Места размещения аппаратуры при определении требований для порта корпуса, электропитания и функционального заземления:

Н - размещение на высоковольтной подстанции при отсутствии защиты от помех (например, здания для управления, релейной аппаратуры, места размещения коммутационной аппаратуры);

Р – «защищенное» размещение (при наличии), например, экранированная зона в здании для управления.

Виды соединений, подключаемых к сигнальным портам:

L - локальные (например, соединения внутри помещения для управления);

f - полевые (например, соединения в зоне коммутационной аппаратуры и в здании с релейной аппаратурой);

h - с высоковольтным оборудованием (например, соединения с автоматическими выключателями, трансформаторами тока и напряжения и т.д.);

t - с линиями связи (например, соединения, применяемые при передаче сигналов по высоковольтным линиям и для связи с отдаленными устройствами);

p – «защищенные» соединения (при наличии), например, соединения внутри экранированного помещения.

Таблица 4.3 Виды испытаний на помехоустойчивость и помехоэмиссию вторичного оборудования и рекомендуемые степени жесткости

| № п/п | Вид электромагнитных испытаний на помехоустойчивость | Нормативный документ | Степень жесткости испытаний | Параметр | Примечание |
|-------------------------|--|---|-----------------------------|--|---|
| Порт корпуса | | | | | |
| 1. | На устойчивость к воздействию магнитного поля промышленной частоты | ГОСТ Р 50648 (МЭК 61000-4-8) | 5 | 100 А/м 1000 А/м | длительное воздействие кратковременное воздействие |
| 2. | На устойчивость к излучаемым радиочастотным электромагнитным полям (80 – 6000 МГц) | ГОСТ Р 51317.4.3 (МЭК 61000-4-3) | 3 | 10 В/м | длительное воздействие |
| 3. | На устойчивость к импульсному магнитному полю | ГОСТ Р 50649 (МЭК 1000-4-9) | 5 | 1000 А/м | кратковременное воздействие |
| 4. | Устойчивость к затухающему колебательному магнитному полю (100 кГц, 1МГц) | ГОСТ Р 50652 (МЭК 1000-4-10) | 5 | 100 А/м | кратковременное воздействие |
| 5. | На устойчивость к электростатическим разрядам | ГОСТ Р 51317.4.2 (МЭК 61000-4-2) ГОСТ Р 51525 (МЭК 60255-22-2) | 4 | 8 кВ контактный 15 кВ воздушный | кратковременное воздействие |
| Сигнальные порты | | | | | |
| 6. | На устойчивость к колебательным затухающим помехам | ГОСТ Р 51317.4.12 (МЭК 61000-4-12) | <u>Локальное соединение</u> | | кратковременное воздействие |
| | | | - | - | |
| | | | <u>Полевое соединение</u> | | |
| | | | 3 (для одиночных) | 2 кВ «провод – земля», 1 кВ «провод – провод» | |

| № п/п | Вид электромагнитных испытаний на помехоустойчивость | Нормативный документ | Степень жесткости испытаний | Параметр | Примечание |
|-------|---|----------------------------------|--|--|-----------------------------|
| | | | 2 (для повторяющихся 100 кГц, 1 МГц) | 1 кВ «провод – земля», 0,5 кВ «провод – провод» | |
| | | | <u>Соединение с высоковольтным оборудованием</u> | | |
| | | | 4 (для одиночных) | 4 кВ «провод – земля», 2 кВ «провод – провод» | |
| | | | 3 (для повторяющихся 100 кГц, 1 МГц) | 2,5 кВ «провод – земля», 1 кВ «провод – провод» | |
| 7. | На устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии 1/50 мкс (10/700 мкс для линий связи с объектами в удаленных районах) | ГОСТ Р 51317.4.5 (МЭК 61000-4-5) | <u>Локальное соединение</u> | | кратковременное воздействие |
| | | | - | - | |
| | | | 2 | 1 кВ «провод – земля» | |
| | | | 1 | 0,5 кВ «провод – провод» | |
| | | | <u>Полевое соединение</u> | | |
| | | | 3 | 2 кВ «провод – земля» | |
| | | | 2 | 1 кВ «провод – провод» | |
| | | | <u>Соединение с высоковольтным оборудованием</u> | | |
| | | | 4 | 4 кВ «провод-земля» | |
| | | | 3 | 2 кВ «провод-провод» | |

| № п/п | Вид электромагнитных испытаний на помехоустойчивость | Нормативный документ | Степень жесткости испытаний | Параметр | Примечание | |
|-------------|--|---|--|---|---|-----------------------------|
| 8. | На устойчивость к наносекундным импульсным помехам (частота повторения импульсов 5 и 100 кГц) | ГОСТ Р 51317.4-4 (МЭК 61000-4-4) ГОСТ Р 51516 (МЭК 60255-22-4) | <u>Локальное соединение</u> | | кратковременное воздействие | |
| | | | 3 | 1 кВ | | |
| | | | <u>Полевое соединение</u> | | | |
| | | | 4 | 2 кВ | | |
| | | | <u>Соединение с высоковольтным оборудованием</u> | | | |
| Специальное | 4 кВ | | | | | |
| 9. | На устойчивость к кондуктивным помехам, в полосе частот от 150 кГц до 80 МГц. | ГОСТ Р 51317.4.6 (МЭК 61000-4-6) | 3 | 10 В | для всех сигнальных портов длительное воздействие | |
| 10. | На устойчивость к кондуктивным помехам в полосе частот от 0 до 150 кГц | ГОСТ Р 51317.4.16 (МЭК 61000-4-16) | <u>Локальное соединение</u> | | длительное воздействие | |
| | | | - | - | | |
| | | | <u>Полевое соединение</u> | | | |
| | | | 4 | 30 В, 50 Гц 30-3-30 В, 15 Гц – 150 кГц (согласно Таблице 3 ГОСТ Р 51317.4.16) 300 В, 50 Гц (1 с) | | кратковременное воздействие |
| | | | <u>Соединение с высоковольтным оборудованием</u> | | | |
| 4 | 30 В, 50 Гц, 30-3-30 В, 15 Гц – 150 кГц согласно Таблице 3 ГОСТ Р 51317.4.16 300 В, 50 Гц (1 с) | длительное воздействие | | | | |
| | | | | кратковременное воздействие | | |

| № п/п | Вид электромагнитных испытаний на помехоустойчивость | Нормативный документ | Степень жесткости испытаний | Параметр | Примечание |
|---|---|---|-----------------------------|--|--|
| Порты электропитания постоянного тока (входные и выходные) | | | | | |
| 11. | Провалы напряжения | МЭК 61000-4-29 | 30 % (1с) 60 % (0,1с) | | только для входных портов. Кратковременное воздействие |
| 12. | Прерывания напряжения | | 100 % (0,5 с) | | |
| 13. | На устойчивость к пульсациям напряжения электропитания постоянного тока | ГОСТ Р 51317.4.17 (МЭК 61000-4-17) | 3 | Не выше 10 % | для всех портов длительное воздействие |
| 14. | На устойчивость к кондуктивным помехам в полосе частот от 0 до 150 кГц | ГОСТ Р 51317.4.16 (МЭК 61000-4-16) | 4 | 30 В, 50 Гц 30-3-30 В, 15 Гц – 150 кГц (согласно Таблице 3 ГОСТ Р 51317.4.16) | для всех портов длительное воздействие |
| | | | | 300 В, 50 Гц | кратковременное воздействие |
| 15. | На устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии 1/50мкс | ГОСТ Р 51317.4.5 (МЭК 61000-4-5) | 3 | 2 кВ по схеме «провод-земля» 4 кВ по схеме «провод-земля» | для всех портов кратковременное воздействие |
| | | | 4 (для портов 220 В) | | |
| | | | 2 | 1 кВ по схеме «провод-провод» 2 кВ по схеме «провод-провод» | |
| | | | 3 (для портов 220 В) | | |
| 16. | На устойчивость к наносекундным импульсным помехам (частота повторения импульсов 5 и 100 кГц) | ГОСТ Р 51317.4-4 (МЭК 61000-4-4) ГОСТ Р 51516 (МЭК 60255-22-4) | 4 | 4 кВ | для всех портов кратковременное воздействие |

| № п/п | Вид электромагнитных испытаний на помехоустойчивость | Нормативный документ | Степень жесткости испытаний | Параметр | Примечание |
|---|--|------------------------------------|--|--|--|
| 17. | На устойчивость к кондуктивным помехам, в полосе частот от 150 кГц до 80 МГц | ГОСТ Р 51317.4.6 (МЭК 61000-4-6) | 3 | 10 В | для всех портов длительное воздействие |
| 18. | На устойчивость к колебательным затухающим помехам | ГОСТ Р 51317.4.12 (МЭК 61000-4-12) | 4 (для одиночных) | 4 кВ «провод – земля», 2 кВ «провод – провод» | для всех портов кратковременное воздействие |
| | | | 3 (для повторяющихся 100 кГц, 1 МГц) | 2,5 кВ «провод – земля», 1 кВ «провод – провод» | |
| Порты электропитания переменного тока (входные и выходные) | | | | | |
| 19. | Провалы напряжения электропитания (при фазовых углах 0, 90, 270 градусов) | ГОСТ Р 51317.4.11 (МЭК 61000-4-11) | ΔU 30 % (25 периодов) ΔU 60 % (50 периодов) | | требование не применяют для выходных портов переменного тока |
| 20. | Прерывания напряжения электропитания | | ΔU 100 % (50 периодов) | | |
| 21. | На устойчивость к изменениям частоты питания в сети переменного тока | ГОСТ Р 51317.4.28 (МЭК 61000-4-28) | 3 | (± 3) % (при $t_p = 10$ с), + 4 % / (-6) % (при $t_p = 10$ с) и (± 15) % (при $t_p = 1$ с) | для входных портов кратковременное воздействие |
| 22. | На устойчивость к кондуктивным помехам, в полосе частот от 150 кГц до 80 МГц | ГОСТ Р 51317.4.6 (МЭК 61000-4-6) | 3 | 10 В | длительное воздействие |
| 23. | На устойчивость к кондуктивным помехам в полосе частот от 0 до 150 кГц | ГОСТ Р 51317.4.16 (МЭК 61000-4-16) | 4 | 30 В, 50 Гц. 30-3-30 В, 15 Гц – 150 кГц (согласно Таблице 3 ГОСТ Р 51317.4.16) | длительное воздействие |
| | | | | 300 В (1 с) | |

| № п/п | Вид электромагнитных испытаний на помехоустойчивость | Нормативный документ | Степень жесткости испытаний | Параметр | Примечание |
|--|--|---|---|--|---|
| | | | | | менное воздействие |
| 24. | На устойчивость к колебательным затухающим помехам (при фазовых углах 0, 90, 270 градусов) | ГОСТ Р 51317.4.12 (МЭК 61000-4-12) | 4 (для одиночных) | 4 кВ «провод – земля», 2 кВ «провод – провод» | кратковременное воздействие |
| | | | 3 (для повторяющихся 100 кГц, 1 МГц) | 2,5 кВ «провод – земля», 1 кВ «провод – провод» | |
| 25. | Устойчивость к искажениям синусоидальности напряжения электропитания, включая передачу сигналов по электрическим сетям | ГОСТ Р 51317.4.13 (МЭК 61000-4-13) | Класс 3 | Не более 12 % | для входных портов длительное воздействие |
| 26. | Устойчивость к колебаниям напряжения электропитания | ГОСТ Р 51317.4.14 (МЭК 61000-4-14) | 3 | $\Delta U = \pm 0.12 U_n$ | для входных портов кратковременное воздействие |
| 27. | На устойчивость к наносекундным импульсным помехам (частота повторения импульсов 5 и 100 кГц) | ГОСТ Р 51317.4.4 (МЭК 61000-4-4), ГОСТ Р 51516 | 4 | 4 кВ | кратковременное воздействие |
| 28. | На устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии 1/50 мкс (при фазовых углах 0, 90, 270 градусов) | ГОСТ Р 51317.4.5 (МЭК 61000-4-5) | 4 | 4 кВ «провод-земля» | кратковременное воздействие |
| | | | 3 | 2 кВ «провод-провод» | |
| Порт функционального заземления | | | | | |
| 29. | На устойчивость к наносекундным импульсным помехам (частота повторения импульсов 5 и 100 кГц) (ввод помехи применением ёмкостных клещей) | ГОСТ Р 51317.4.4 (МЭК 61000-4-4) ГОСТ Р 51516 (МЭК 60255-22-4) | 4 | 4 кВ | требования применяют к соединениям с функциональным заземлением, отделенным от защитного заземления |

| № п/п | Вид электромагнитных испытаний на помехоустойчивость | Нормативный документ | Степень жесткости испытаний | Параметр | Примечание |
|----------------------|--|---|-----------------------------|--|-----------------------------|
| | связи) | | | | кратковременное воздействие |
| 30. | На устойчивость к кондуктивным помехам, в полосе частот от 150 кГц до 80 МГц | ГОСТ Р 51317.4.6 (МЭК 61000-4-6) | 3 | 10 В | длительное воздействие |
| 31. | На устойчивость к токам кратковременных синусоидальных помех частотой 50 Гц в цепях защитного и сигнального заземления | ГОСТ Р 50746 п. 4.1.2.13 | 4 | 200 А | кратковременное воздействие |
| 32. | На устойчивость к токам микросекундных импульсных помех в цепях защитного и сигнального заземления | ГОСТ Р 50746 п. 4.1.2.14 | 4 | 200 А | кратковременное воздействие |
| Помехоэмиссия | | | | | |
| 33. | Радиопомехи от оборудования | ГОСТ Р 51318.22 (СИСПР 22 – :2006) класс А ГОСТ Р 51318.11 (СИСПР 11:2004) группа 1, класс А | – | Напряжение радиопомех. Квазипиковое значение в диапазоне: (0,15-0,5 МГц) - 79 дБ(мкВ); (0,5-30 МГц) -73 дБ (мкВ) Среднее значение в диапазоне: (0,15-0,5 МГц) - 66 дБ(мкВ); (0,5-30 МГц) -60 дБ(мкВ). | |

| № п/п | Вид электромагнитных испытаний на помехоустойчивость | Нормативный документ | Степень жесткости испытаний | Параметр | Примечание |
|-------|--|----------------------|-----------------------------|---|------------|
| | | | — | Напряжённость поля радиопомех (Квазипиковое значение) в диапазоне: (30 -230 МГц)- 40 дБ(мкВ/м); (230 -1000 МГц)- 47 дБ (мкВ/м). | |

4.9 Мониторинг, регистрация, сигнализация, взаимодействие с АСУ ТП

4.9.1 В аппаратуре должна быть предусмотрена система мониторинга параметров аппаратуры, в том числе трактов передачи и приема с хронологической фиксацией в энергонезависимой памяти произошедших событий. Должна иметься возможность удаленного доступа к системе мониторинга.

4.9.2 Должны быть предусмотрены постоянно действующие процедуры самотестирования микропроцессорного устройства и напряжения электропитания.

4.9.3 Должно быть предусмотрено три вида сигнализации состояния аппаратуры и канала, отображаемой индикаторами на передней панели аппаратуры: нормальное состояние, предупредительная и аварийная сигнализация нештатных ситуаций. Предупредительные и аварийные сигналы должны выводиться на внешнюю сигнализацию. Выходные цепи сигнализации должны коммутировать постоянное напряжение не менее 250 В при токе не менее 0,03 А.

4.9.4 Должна быть предусмотрена регистрация в энергонезависимой памяти вида, даты и времени возникновения неисправностей и сигнализации. Максимальное число записей в списке событий должно быть не менее 500. В случае переполнения последующие записи должны производиться вместо первых. Журнал регистратора событий должен быть защищён от несанкционированного доступа. Редактирование журналов событий возможно только специально уполномоченным лицом, с обязательным сохранением его персональных данных (Ф.И.О., должность) и времени редактирования в специальном (недоступном для редактирования) файле.

4.9.5 Информация о времени регистрируемых событий должна поступать от часов аппаратуры с дискретностью: для аппаратуры передачи ТФ, ТМ, ПД – 1 с; для аппаратуры каналов защиты и УПАСК - 1 мс. Должна

быть предусмотрена возможность коррекции времени от внешнего сигнала синхронизации.

4.9.6 Должен осуществляться обмен информацией между системой мониторинга, регистрации и сигнализации аппаратуры и системой АСУ ТП энергообъекта. Протокол обмена должен соответствовать ГОСТ Р МЭК 870-5-104.

4.10 Программное обеспечение и ИЧМ

4.10.1 Основные функции, осуществляемые ПО:

- обработка сигнала в соответствии с принятым алгоритмом его преобразования;

- самотестирование;

- управление конфигурацией и режимами;

- проведение тестирования;

- мониторинг с ведением и хранением в энергонезависимой памяти списка событий, фиксируемых в аппаратуре, с привязкой к дате и времени появления события;

- обмен информацией между терминалами о конфигурации терминала, списках событий, результатах тестирования, состоянии аварийной и предупредительной сигнализации.

4.10.2 Управление режимами аппаратуры, установка ее параметров, получение данных мониторинга и информации о событиях должны производиться с помощью ПК или блока управления.

4.10.3 Доступ к ПО должен осуществляться только по паролям. Уровень доступа каждого пароля должен быть определен при разработке.

4.10.4 Время, прошедшее от момента включения аппаратуры до начала выполнения всех ее функций (с учетом загрузки ПО и проведения процедуры самодиагностики), должно быть не более 3 мин.

4.10.5 Время, прошедшее от момента перезагрузки ПО при сбое аппаратуры до начала выполнения аппаратурой всех ее функций, должно быть не более 30 с.

4.10.6 Интерфейс взаимодействия ИЧМ должен быть выполнен на русском языке.

4.10.7 Система управления должна иметь удобный и интуитивно понятный интерфейс для настройки необходимых параметров.

4.11 Надежность

Надежность функционирования устройств должна обеспечиваться (ГОСТ Р МЭК 60605-6):

- автоматической диагностикой аппаратных средств и программного обеспечения;

- технологией замены неисправных модулей на объектах электроэнергетики;

– современной, не требующей принудительного охлаждения, элементной базой с низким энергопотреблением;

– энергонезависимой памятью для хранения параметров настройки, осциллограмм и исполняемого кода программ.

4.11.1 Средняя наработка на отказ – T_o должна быть не менее 120 000 часов, при испытаниях аппаратуры в заводских условиях при риске поставщика и заказчика, равных 0.3, приемочном уровне $1.5T_o$ и браковочном уровне $0.7T_o$ (в режиме дуплекс) (ГОСТ Р 50779.30).

4.11.2 Среднее время восстановления аппаратуры $T_{во}$ должно быть не более 60 мин. Время на доставку заменяемых блоков и на подготовку к работе измерительных приборов в эту норму не входит.

4.11.3 Средний срок службы аппаратуры $T_{сл}$ должен быть не менее 20 лет.

4.11.4 Средний срок сохраняемости аппаратуры $T_{сх}$ до ввода в эксплуатацию должен быть не менее 3 лет.

4.11.5 Гарантийный срок эксплуатации с даты ввода не менее 3 лет.

4.12 Требования к конструкции

4.12.1 Габариты аппаратуры, не должны превышать по высоте 42U и по ширине 19” (1U = 44,45 мм).

4.12.2 Аппаратура должна иметь модульную структуру.

4.12.3 Аппаратура может размещаться в шкафах или в корпусах.

4.12.4 Корпус аппаратуры должен обеспечивать степень защиты не менее IP21 (по ГОСТ 14255). При наличии шкафа функции оболочки переходят к нему.

4.12.5 Шкафы для установки аппаратуры должны обеспечивать степень защиты не менее IP52 D (по ГОСТ 14255).

4.13 Требования к эксплуатационной документации

4.13.1 К аппаратуре отечественного производства должна прилагаться следующая документация:

– руководство по эксплуатации, включающее в себя техническое описание, технические характеристики аппаратуры согласно ТУ производителя и инструкцию по конфигурированию;

– руководство по монтажу и наладке;

– методические указания по техническому обслуживанию;

– указания по оперативному обслуживанию;

– руководство оператора по ИЧМ и сервисному ПО;

– руководство по применению с описанием типовых (базовых) конфигураций;

– паспорт.

4.13.2 К аппаратуре зарубежных фирм, не имеющих ТУ, кроме документации по п. 4.13.1, должен прилагаться документ «Технические характеристики аппаратуры», содержащий значения всех приведенных в

СТО параметров. Вся представляемая документация должна быть на русском языке.

4.13.3 Предприятие-изготовитель должно указать в ТУ требования к условиям эксплуатации в соответствии с настоящим СТО.

4.14 Требование к предприятию-изготовителю

4.14.1 Предприятие-изготовитель должно гарантировать поставку любых запасных частей, ремонт и/или замену любого блока оборудования в течение 20 лет с даты окончания гарантийного срока. Срок поставки запасных частей для оборудования с момента подписания договора на их покупку не более шести месяцев.

4.14.2 Предприятие-изготовитель для проведения аттестации должно иметь:

- сертификат соответствия системы менеджмента качества требованиям ИСО 9001 или ГОСТ Р ИСО 9001;
- систему подготовки персонала эксплуатирующих организаций;
- приспособленные и оснащенные техническими средствами помещения для изготовления, наладки и хранения готовой продукции и запасных частей на территории РФ;
- испытательную базу;
- комплект документации на аттестуемую аппаратуру в соответствии с распоряжениями ОАО «ФСК ЕЭС».

4.15 Требования к сервисным центрам

Сервисные центры, обеспечивающие техническое сопровождение аппаратуры после её поставки на объект, должны соответствовать следующим требованиям:

- иметь помещения, склады запасных частей и ремонтную базу (приборы и соответствующие инструменты) для осуществления гарантийного и пост гарантийного ремонта;
- уметь организовать обучение персонала эксплуатирующей организации, с выдачей сертификатов;
- иметь аттестованных производителем специалистов для осуществления гарантийного и послегарантийного ремонта;
- иметь в наличии согласованный с эксплуатирующей организацией аварийный резерв запчастей;
- осуществлять консультации и выдавать рекомендации по эксплуатации и ремонту оборудования специалистами потребителям закреплённого региона;
- осуществлять оперативное командирование специалистов сервисного центра на объекты, где возникают проблемы с установленным оборудованием, в течение 72 часов;
- обеспечивать поставку запасных частей для оборудования в срок, не более 6 месяцев с момента подписания договора на их покупку.

4.16 Требования по информационной безопасности

Система управления аппаратуры должна соответствовать следующим требованиям:

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408, и иметь сертификат соответствия в системе сертификации ФСТЭК России по Общим критериям с Оценочным уровнем доверия не ниже 4.
2. СТО 56947007-29.240.01.149-2013 «Система обеспечения информационной безопасности ОАО «ФСК ЕЭС». Требования к информационным системам».

5 Общие требования к параметрам аппаратуры

5.1 Преобразования сигналов, поступающих на абонентские интерфейсы, в сигналы, передаваемые в линию, и обратные преобразования следует производить с использованием технологии цифровой обработки сигнала.

5.2 Настоящие требования распространяются на аппаратуру, использующую для переноса спектра сигналов из полосы низких частот в полосу частот, передаваемых по ЛЭП, амплитудную модуляцию с передачей одной боковой полосы частот.

5.3 Номинальные полосы частот передачи и приема аппаратуры должны располагаться в пределах общего ВЧ диапазона частот от 16 до 1000 кГц с учетом ограничений, связанных с обеспечением ЭМС с радиоэлектронными средствами радиослужб, работающих в совмещённых и соседних полосах частот.

5.4 Номинальная полоса частот передачи и приема аппаратуры должна быть равна или кратна 4 кГц (базисной полосе частот). Ширина номинальной полосы частот допускается до 48 кГц. Значения крайних частот полосы должны быть кратны четырем.

Для аппаратуры каналов ВЧ защит допускается значение номинальной полосы 2,0 кГц. Значения крайних частот номинальной полосы в этом случае должны быть кратны двум. При работе канала ВЧ защиты с разнесенными частотами обе полосы частот канала должны располагаться внутри базисной полосы частот 4 кГц.

5.5 Номинальные полосы передачи и приема могут быть разнесены между собой на охранную полосу частот, быть смежными (без охранной полосы), или быть совмещенными (номинальные полосы частот передачи и приема совпадают).

Примечание. Совмещенные полосы частот используются только для аппаратуры с ВРС и специализированной аппаратуры ВЧ защиты. Минимально необходимая ширина охранной полосы частот при разнесенном варианте должна быть не более двойной базисной полосы.

5.6 Номинальное сопротивление ВЧ окончаний (ВЧ входа/выхода аппаратуры) должно быть равно 75 Ом (несимметричное окончание) и 150 Ом (симметричное окончание). По согласованию между производителем

и потребителем допускается иметь дополнительно «высокоомный» вход приемника с сопротивлением не менее 5 кОм.

5.7 Затухание несогласованности входного сопротивления ВЧ окончаний (по отношению к его номинальному значению) в пределах номинальной полосы частот передачи и приема должно быть не менее 12 дБ.

5.8 Затухание асимметрии симметричного ВЧ окончания относительно земли для частоты 50 Гц должно быть не менее 40 дБ.

5.9 Затухание, вносимое в тракт параллельно включенной аппаратуры шунтирующим действием входного сопротивления рассматриваемой аппаратуры вне номинальной полосы частот, должно быть:

- не более 1,5 дБ при отходе от края номинальной полосы частот передачи (приема) аппаратуры на одну номинальную полосу частот, но не менее 8 кГц;

- не более 1,0 дБ при отходе от края номинальной полосы частот передачи (приема) аппаратуры на две номинальные полосы частот, но не менее 12 кГц.

5.10 При пропадании напряжения питания усилителя мощности передатчика цепи ВЧ входа/выхода аппаратуры должны отключаться от ВЧ кабеля.

5.11 Номинальная выходная мощность аппаратуры должна быть не более 100 Вт. Значение номинальной выходной мощности и необходимые пределы ее регулировки определяются производителем в зависимости от назначения аппаратуры.

5.12 В числе передаваемых в линию сигналов должен присутствовать сигнал КЧ, используемый для АРУ, АПЧ и других целей.

5.13 Полоса частот, в которой содержится основная энергия спектра передаваемых в линию сигналов, должна располагаться в границах:

- Для всех каналов, кроме каналов ВЧ защит: $\pm (2000n-100)$ Гц. Эта полоса должна быть симметрично расположена в пределах номинальной полосы частот канала, равной $4000n$ Гц, где n – число базисных полос частот.

- Для канала ВЧ защиты с совмещенными частотами передачи/приёма: $\pm (1000n-100)$ Гц. Эта полоса должна быть симметрично расположена в номинальной полосе частот канала, равной 2000 Гц.

- Для канала ВЧ защиты с разнесенными частотами передачи/приёма: $\pm (2000n-100)$ Гц. Эта полоса должна быть симметрично расположена в базисной полосе частот, равной 4000 Гц.

5.14 Уровень внеполосного спектра аппаратуры не должен превышать значений, приведенных в Таблице 5.1.

Таблица 5.1 Интегральный уровень внеполосного спектра рабочего сигнала ($p_{впс}$, дБм) в базисной полосе частот B_b

| Номинальная выходная мощность аппаратуры, $p_{ном}$, дБм | Расположение полосы B_b относительно краев номинальной полосы | | |
|---|---|---------------------------|------------------------------------|
| | Прилегающая полоса | Отстоящая на полосу B_b | Отстоящая на полосу $2B_b$ и более |
| $\leq(+46)$ | -14 | -24 | -34 |
| $>(+46)$ | $p_{ном} - 60$ | $p_{ном} - 70$ | $p_{ном} - 80$ |

Примечание. B_b – базисная полоса частот (4 кГц для всех каналов, кроме канала ВЧ защиты и 2 кГц для канала ВЧ защиты).

5.15 Уровни паразитных излучений передатчика аппаратуры должны быть не более значений, указанных в Таблице 5.2.

Таблица 5.2 Уровни паразитных излучений ($p_{прз}$, дБм) в пределах полосы частот B_b

| Номинальная выходная мощность аппаратуры, $p_{ном}$, дБм | Расположение B_b относительно краев номинальной полосы: | | |
|---|---|---------------------------|------------------------------------|
| | Прилегающая полоса | Отстоящая на полосу B_b | Отстоящая на полосу $2B_b$ и более |
| $\leq(+46)$ | -14 | -24 | -34 |
| $>(+46)$ | $p_{ном} - 60$ | $p_{ном} - 70$ | $p_{ном} - 80$ |

Примечание. Требования относятся только к аппаратуре, в тракте передачи которой одновременно существуют не менее двух сигналов с разными частотами (например, к комбинированной аппаратуре).

5.16 Частота генератора несущих должна отличаться от ее номинального значения не более чем на (± 10) Гц.

5.17. Должна быть обеспечена работа с заданными параметрами канала на аппаратуре с совмещенными и смежными полосами частот передачи и приема при балансном затухании ВЧ ДС равном:

- 4 дБ при передаче по каналу любых сигналов;
- 1 дБ при передаче сигналов и команд УПАСК.

6 Требования к параметрам аппаратуры с ЧРС

6.1 Для передачи данных и сигналов телемеханики рекомендуется использование частотной манипуляции или квадратурно-амплитудной модуляции.

6.2 Распределение номинальной выходной мощности p_n аппаратуры между каналами (для многоканальной аппаратуры) и различными сигналами, (при передаче нескольких видов информации) должно обосновываться и регламентироваться производителем.

При распределении номинальной выходной мощности рекомендуется исходить из равной помехоустойчивости при приеме всех передаваемых в канале сигналов. Методика распределения номинальной выходной мощности передатчика между сигналами приведена в Приложении А.

6.3 Рекомендуется, чтобы распределение номинальной выходной мощности аппаратуры могло производиться программными средствами с учетом заданной конфигурации аппаратуры.

Примечание. В ТУ или технических характеристиках аппаратуры должно быть приведено распределение выходной мощности аппаратуры между сигналами для основных конфигураций аппаратуры.

6.4 Рабочие параметры аппаратуры не должны изменяться при наличии на ВЧ входе мешающего сигнала с частотой, расположенной вне номинальной полосы частот с уровнем, не менее указанного в Таблице 6.1. При этом уровень помех на НЧ окончаниях должен быть не более (-55) дБм0.

Таблица 6.1

| Сдвиг частоты мешающего сигнала относительно краев номинальной полосы частот приема аппаратуры, Гц | Уровень мешающего сигнала на ВЧ входе аппаратуры, дБм0 ¹⁾ |
|--|--|
| 100 | +10 |
| 4000 | +20 |
| 8000 | +40 ²⁾ |
| 1) Относительно уровня приёма, основного из передаваемых сигналов; 2) но не менее +49 дБм | |

6.5 Чувствительность приемника по АРУ должна быть в пределах между (-25) дБм и (-35) дБм (допускается и более высокая чувствительность). При этом уровень собственных шумов на НЧ выходе должен быть не более (-35) дБм0п.

Примечание. Должна быть предусмотрена возможность снижения чувствительности («загрубления» приёмника) на 20 дБ фиксированными ступенями по 1 дБ.

6.6 АРУ аппаратуры при изменении затухания искусственной линии не менее, чем на 40 дБ, должна обеспечивать изменение уровня на НЧ окончаниях А и А', В и В' и D и D' (рисунок 1.1) не более, чем на (±0,5) дБ.

6.7 Требования к НЧ окончаниям.

Перечисленные ниже требования даются для случая отсутствия компандеров.

6.7.1 Время задержки сигналов в канале между НЧ окончаниями А и А', В и В' и D и D' (рисунок 1.1) должно быть минимально возможным. Рекомендуется, чтобы оно было не более 10 мс.

6.7.2 Рекомендуется, чтобы разница между частотами НЧ сигнала на НЧ входе и НЧ выходе в канале между аппаратами была равной нулю (желательно, осуществлять синхронизацию частот).

6.7.3 Собственные шумы аппаратуры на НЧ выходах А' и В' (рисунок 1.1) при работе аппаратуры в канале не должны превышать (-55) дБм0п.

6.7.4 Гармонические искажения в канале из двух аппаратов должны быть таковы, чтобы при подаче синусоидального сигнала 350 Гц с уровнем (-3) дБм0 на НЧ вход А или В (рисунок 1.1) уровень каждой из гармоник сигнала 350 Гц, измеренный на НЧ выходах А' или В' (рисунок 1.1), не превышал (- 40) дБм0.

6.7.5 Номинальное сопротивление НЧ окончаний должно быть 600 Ом (симметричные окончания). Затухание несогласованности входного сопротивления с номинальным сопротивлением в эффективно передаваемой полосе частот должно быть не менее 14 дБ.

6.7.6 Затухание асимметрии в эффективно передаваемой полосе частот должно быть не менее 40 дБ.

6.7.7 Ограничитель в канале речи должен начинать действовать при уровнях между (-3) дБм0 и 0 дБм0 на любых частотах от 300 Гц до верхней частоты эффективно передаваемой полосы канала речи. Уровень сигнала на ВЧ выходе, измеренный широкополосным измерителем действующего значения напряжения, не должен превышать (+3) дБм0 при увеличении сигнала на НЧ входе до (+15) дБм0.

6.7.8 Эффективно передаваемая полоса частот канала ТЧ (точки А и А', рисунок 1.1) и требования к искажению АЧХ остаточного затухания и ГВП устанавливается производителем.

6.7.9 Эффективно передаваемая полоса частот канала речи (точки В и В', рисунок 1.1) должна быть 300 – 3400 Гц с возможностью снижения верхней граничной частоты до 2000 Гц с шагом не более 200 Гц. В этой полосе АЧХ относительного остаточного затухания (относительно частоты 1020 Гц) и ГВП (относительно частоты 1900 Гц) должны лежать в пределах, показанных на рисунках 6.1, 6.2, 6.3 и 6.4.

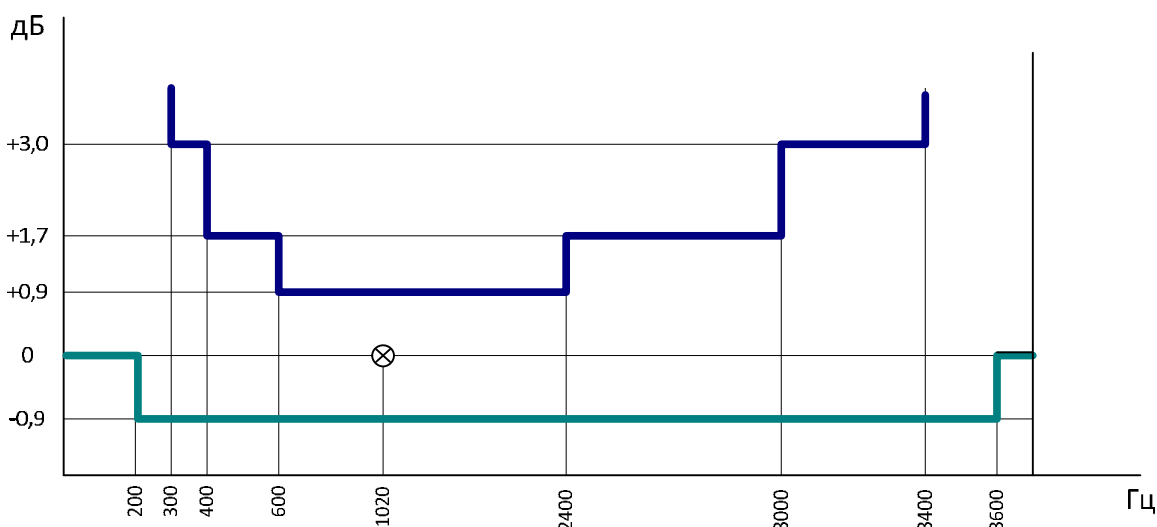


Рисунок 6.1 Требования к частотной характеристике относительного остаточного затухания канала речи при верхней граничной частоте 3400 Гц

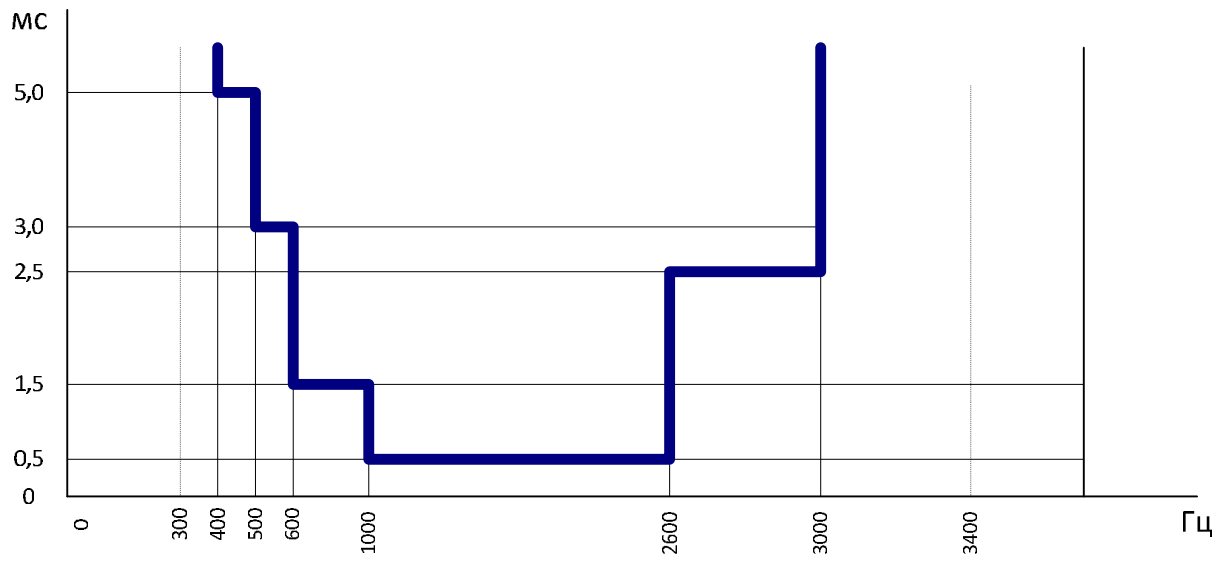
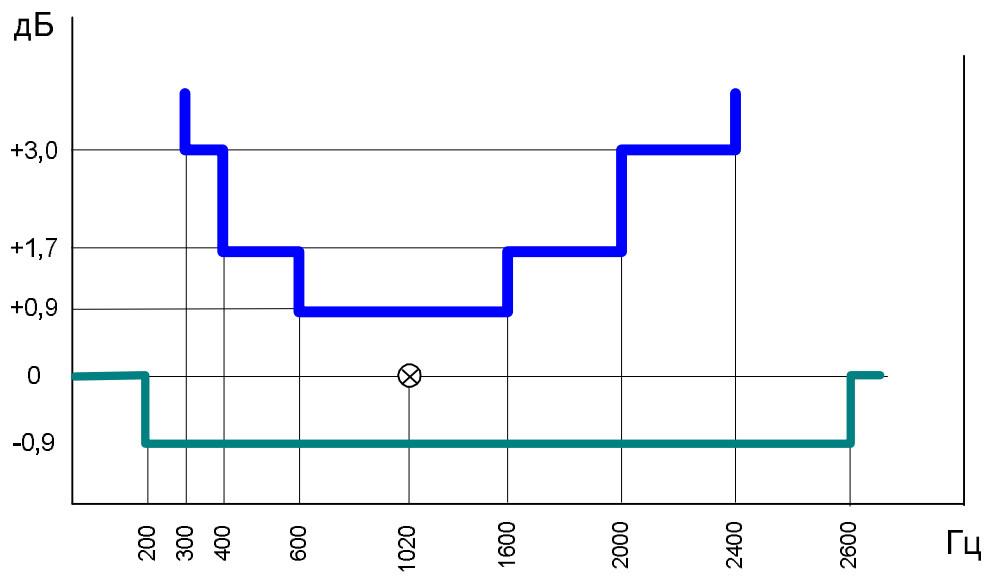


Рисунок 6.2 Требования к частотной характеристике относительного группового времени прохождения канала речи при верхней граничной частоте 3400 Гц



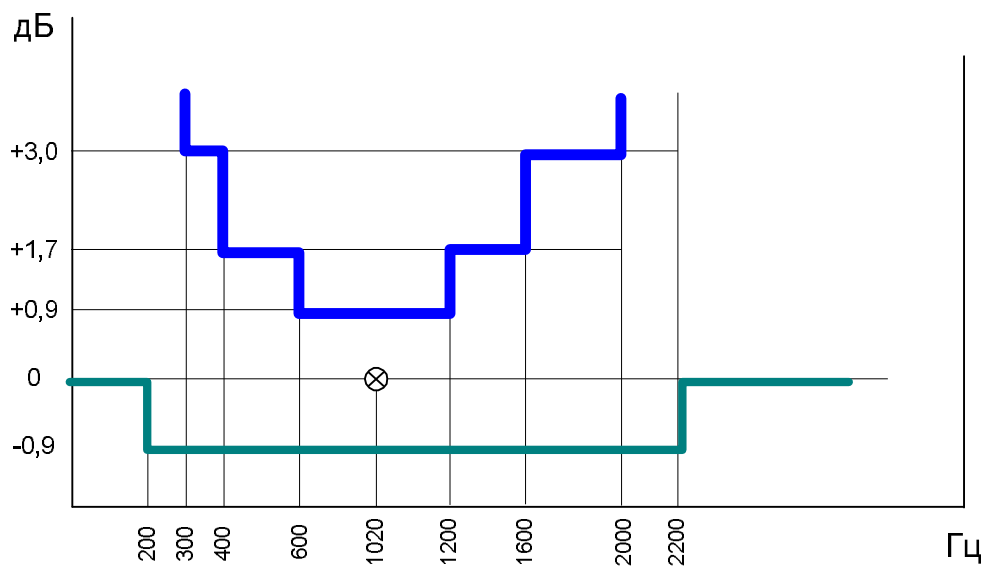
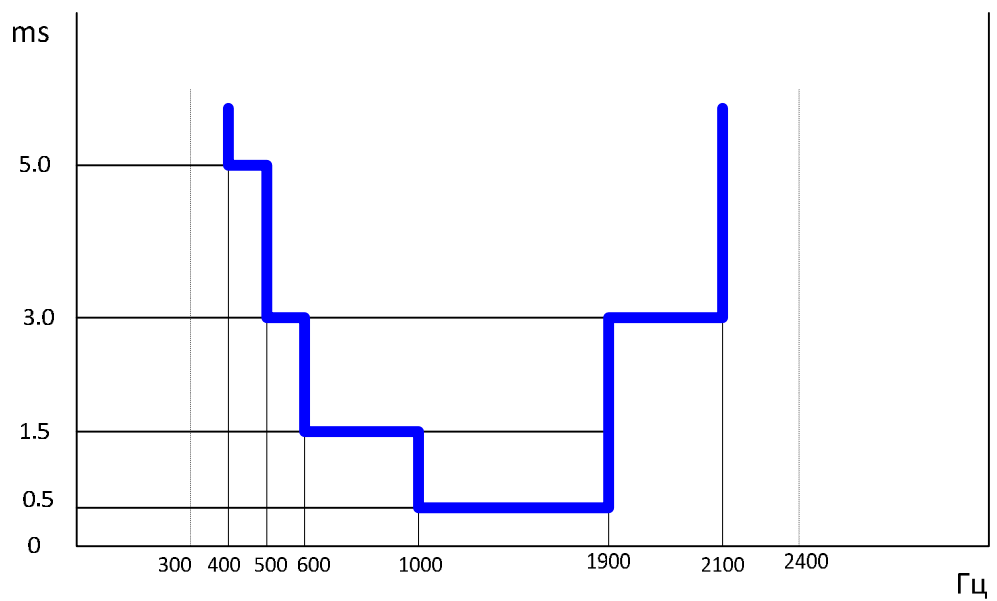


Рисунок 6.3 Требования к частотной характеристике относительного остаточного затухания канала речи при верхней граничной частоте 2400 Гц и 2000 Гц



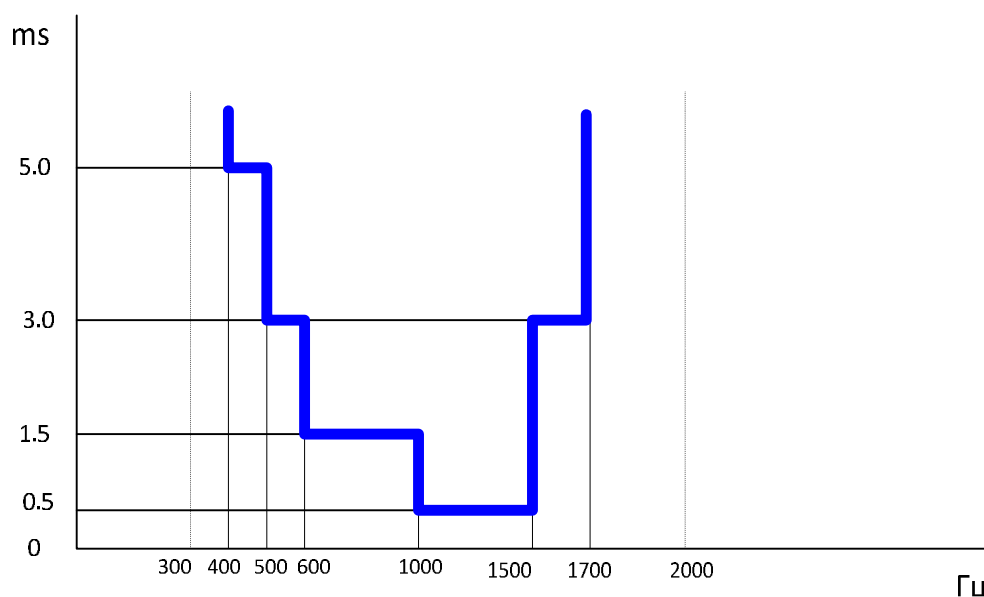


Рисунок 6.4 Требования к частотной характеристике относительного группового времени прохождения канала речи при верхней граничной частоте 2400 Гц и 2000 Гц

6.7.10 Граничные частоты эффективно передаваемой полосы частот в надтональном спектре (точки D и D', рисунок 1.1) и требования к АЧХ остаточного затухания и ГВП в этой полосе определяются производителями аппаратуры.

6.7.11 Номинальные уровни на входе/выходе НЧ окончаний канала ГЧ (точки A и A', рисунок 1.1) должны быть 0 дБм и регулироваться в пределах + 4 дБо до (-17) дБо.

6.7.12 Номинальные уровни на входе/выходе НЧ окончаний канала речи (точки B и B', рисунок 1.1) должны быть:

- для передачи (точка B) 4-х проводного интерфейса (-13,0) или (-3,5) дБм;
- для приема (точка B') 4-х проводного интерфейса (+4,0) или (-3,5) дБм;
- для передачи (точка B) 2-х проводного интерфейса 0 дБм;
- для приема (точка B') 2-х проводного интерфейса (-7,0) дБм.

Номинальные уровни должны быть регулируемыми.

Предпочтительные пределы регулирования:

- для передачи от 0 дБо до (-17) дБо;
- для приема от +8 дБо до (-3,5) дБо.

6.7.13 Номинальные уровни на входе/выходе НЧ окончаний канала в надтональном спектре частот (точки D и D', рисунок 1.1) должны быть 0 дБм и регулироваться в пределах от (+4) дБо до (-17) дБо.

6.7.14 Переходные затухания на ближнем и дальнем концах между подканалами в надтональном спектре и каналом речи в тональном спектре, располагающимися в одном канале ГЧ, должны быть такими, чтобы уровень помех от любых комбинаций сигналов, передаваемых в надтональном

спектре (точка D рисунок 1.1), измеренный на телефонных НЧ выходах (точки В и В', рисунок 1.1), был не более (-50) дБм0п.

6.7.15 Переходное затухание на ближнем и дальнем концах между разными каналами многоканальной аппаратуры (НЧ окончания А, А', В, В', D и D' разных каналов (рисунок 1.1)) должно быть не менее 50 дБ.

6.7.16 Должна иметься возможность осуществления внутриполосной и внеполосной (точки С, С' рисунок 1.1) телефонной сигнализации. При внеполосной телефонной сигнализации сигнальный канал на передающем конце должен работать от нормально открытого контакта без внешнего напряжения или от нормально закрытого заземленного контакта. На приемном конце должен быть предусмотрен нормально открытый контакт или заземление. Искажение импульсов набора не должно превышать 10% при скорости 30 бод. Входные цепи должны работать по петле с сопротивлением до 500 Ом. Выходной контакт должен позволять переключение напряжения до 72 В с током до 50 мА при резистивной нагрузке.

6.8 Интерфейсы встроенных модемов передачи данных и телемеханики должны иметь следующие параметры:

- сопряжение с оконечным оборудованием данных должно осуществляться по стыкам RS-232C, RS-422, RS-485 в соответствии с ГОСТ 18145, рекомендации V24 и V28 ITU-T;

- модем ТМ должен быть программируемым, работать в асинхронном кодонезависимом режиме на скоростях 100, 200, 300, 600, 1200, 2400 бит/с;

- характеристики модемов для скорости 100, 200 бит/с должны соответствовать требованиям рекомендаций R.37, R.38 ITU-T;

- величина краевых искажений в канале ТМ при отсутствии внешних помех должна быть не более 4 %;

- управление модуляцией сигнала передатчика модема должно производиться двуполярными импульсами с номинальными амплитудами $\pm(4 \rightarrow 12)$ В. Входное сопротивление передатчика должно быть 1500 Ом (стык С2/V28);

- напряжение сигнала ТМ на выходе приемника должно быть двуполярным с амплитудой 12 В на нагрузке 3000 Ом (стык С2/V28).

6.9 Требования к передаче/приему сигналов и команд УПАСК

6.9.1 Тракт приема сигналов команд аппаратуры (рисунок 1.1) должен быть организован отдельно от тракта приема других сигналов и не должен зависеть от работы системы АРУ трактов приема этих сигналов. Система АРУ тракта приема сигналов команд должна работать от собственного или от общего сигнала КЧ.

6.9.2 Чувствительность тракта приема аппаратуры для сигналов команд (точка J рисунок 1.1) должна быть в пределах между (-20) дБм и (-35) дБм. Установка чувствительности тракта приема сигналов команд должна

производиться отдельно от установки чувствительности тракта других сигналов. Должна быть предусмотрена возможность снижения чувствительности («загрубления» приёмника) на 20 дБ фиксированными ступенями по 1 дБ.

6.9.3 Блок РЗПА, выполняющий функции формирующей части УПАСК (п. 9.1), конструктивно может размещаться либо в одном корпусе с аппаратурой (встроенный вариант), либо отдельно от основной части аппаратуры (разнесённый вариант рисунок 1.1, а).

6.9.4 Частоты сигналов команд, блока РЗПА (точки Е и Е' рисунок 1.1 и 1.1, а) должны располагаться в пределах диапазона ГЧ. В том же диапазоне, но вне полосы частот, занимаемой передачей речи, должен размещаться собственный ОС (если он необходим). Выбор частоты ОС должен производиться программными средствами. В качестве ОС может использоваться сигнал контрольной частоты КЧ.

6.9.5 При встроенном варианте блока РЗПА его входные параметры должны соответствовать пунктам (9.3.1 и 9.3.2), а выходные параметры – п. 9.3.7.

6.9.6 Блоком РЗПА (рисунок 1.1 и рисунок 1.1, а) должны выполняться следующие требования:

- при разнесённом варианте должна быть обеспечена возможность установки блока РЗПА и аппаратуры в разных помещениях. Максимально допустимое расстояние между двумя частями аппаратуры должно быть не менее 1000 м;

- входы и выходы сигналов (точки Е и Е' рисунок 1.1 и рисунок 1.1, а) и цепи управления (точки F и F' рисунок 1.1 и рисунок 1.1, а) должны быть изолированы от входов/выходов других сигналов;

- цепи управления передачей команд (точки F рисунок 1.1 и рисунок 1.1, а) должны обеспечивать отключение канала речи и некоторых других (по выбору) передаваемых сигналов на время передачи сигналов и команд УПАСК (обычно менее 500 мс) и увеличение уровня сигналов команд на ВЧ выходе (функция форсирования или BOOST). Уровень должен увеличиваться до максимально достижимого с учетом неотключаемых каналов;

- при разнесённом варианте цепи управления по приёму (точки F' рисунок 1.1 и рисунок 1.1, а) должны обеспечивать передачу информации в блок РЗПА о повреждениях в канале связи или каналообразующей части аппаратуры.

6.9.7 При использовании электрической соединительной линии между выносным блоком РЗПА и аппаратурой, интерфейс должен отвечать следующим требованиям:

- для цепи управления (точки F и F' рисунок 1.1 и рисунок 1.1, а) максимально допустимое значение сопротивления петли цепи управления должно быть не менее 500 Ом;

– для цепи передачи и приёма сигналов команд (точки E и E' рисунок 1.1 и рисунок 1.1, а) значения номинальных уровней передачи/приёма сигналов должны определяться производителем. Рекомендуемые значения 0 дБм. Номинальные уровни должны быть регулируемыми в пределах от (+4) дБм0 до (-16) дБм0.

6.9.8 При использовании оптической соединительной линии между выносным блоком РЗПА и аппаратурой допускается применение интерфейсов в соответствии с НПА № 112 или стандарта IEEE C 37.94.

6.9.9 При построении приёмника команд РЗПА с применением системы ШОУ должен быть обеспечен надежный прием команд при уровне сигнала команды на входе аппаратуры (точка J рисунок 1.1), равном уровню чувствительности по сигналу команд. При приёмном уровне сигнала команды на 3 дБ ниже уровня, соответствующего чувствительности по сигналу команд, команды приниматься не должны.

6.9.10 При построении приёмника команд РЗПА без применения системы ШОУ должен быть обеспечен надежный прием команд при снижении уровня сигнала команды в спектре ТЧ (точки E' рисунок 1.1 и рисунок 1.1, а) до заданной пороговой величины. Разность между номинальным приемным уровнем сигнала команд в указанной точке и уровнем заданного порога должна устанавливаться программным способом в пределах между 8 и 22 дБ. При снижении уровня сигнала в канале ТЧ ниже установленного уровня порога на 3 дБ команды приниматься не должны.

6.9.11 Параметры аппаратуры (рисунок 1.1), относящейся к передаче и приему команд, как при разнесенном, так и при совмещенном варианте размещения, должны соответствовать требованиям пункты (9.2 и 9.3). Параметры выносного блока РЗПА аппаратуры (рисунок 1.1,а) должны отвечать требованиям п. 9.3.

6.10 ЭМС

6.10.1 Аппаратура для передачи ТФ, ТМ, ПД, при непрерывных (длительных) воздействиях, перечисленных в Таблице 4.3, должна соответствовать ККФ «А», а именно должно осуществляться нормальное функционирование в соответствии с ТД: передача и приём сигналов ТФ, ТМ, ПД, отсутствие изменения выходных параметров приемников, правильная работа систем сбора и хранения данных, самодиагностики, сигнализации. При кратковременных воздействиях, перечисленных в Таблице 4.3, должен соблюдаться ККФ «В» (см. п. 4.8).

6.10.2 Порты аппаратуры классифицируются следующим образом:

- порты ТФ, ТМ, ПД, сигнализации относятся к категории полевых;
- линейный интерфейс относится к соединению с высоковольтным оборудованием;
- порты питания относятся к портам электропитания постоянного или переменного тока.

6.10.3 Требования по ЭМС для аппаратуры в части передачи сигналов и команд аналогичны требованиям к устройствам УПАСК.

7 Требования к параметрам аппаратуры с ВРС

7.1 В аппаратуре с ВРС для преобразования цифровой информации в аналоговую форму должны применяться узкополосные виды модуляции, например, многопозиционная КАМ с использованием одной или многих несущих частот.

7.2 Вероятность ошибки в канале связи на аппаратуре ВРС должна быть не более 10^{-6} . Минимально допустимое отношение С/П (для помехи типа белого шума), соответствующее этому значению вероятности, определяется производителем. По соглашению производителя и покупателя допустимая вероятность ошибок может быть снижена.

Примечания.

1) В ТУ или технических характеристиках аппаратуры должны быть приведены минимально допустимые значения С/П для основных конфигураций аппаратуры.

2) При наличии адаптации скорости ЦП к изменяющемуся отношению С/П должны быть указаны скорости передачи до и после адаптации и критерии, по которым производится изменение скорости передачи.

7.3 Время задержки сигналов группового ЦП (точки К и К' рисунок 1.2) не должно превышать 100 мс.

Примечание – При наличии встроенных мультиплексоров, время задержки – мультиплексируемых сигналов различного назначения, включая канал сжатой речи определяется производителем аппаратуры.

7.4 Время готовности канала к работе после включения аппаратуры (включая время загрузки ПО, выхода АРУ в рабочий режим, синхронизации, настройки эквалайзера, и т.п.) при нормируемом соотношении С/П должно быть не более трёх минут.

7.5 Синхронизация работающего канала не должна нарушаться при потере канала (из за увеличения затухания или воздействия помех) на время не менее 1 с. Время восстановления работающего канала после потери синхронизации должно быть не более 30 с.

7.6 Распределение номинальной выходной мощности аппаратуры между сигналом ЦП и сигналом КЧ (точка J рисунок 1.2) должны определяться производителем. Рекомендуется принцип распределения мощности, основанный на равной помехозащищенности сигнала ЦП и КЧ. Методика распределения номинальной выходной мощности передатчика между сигналами приведена в Приложении Б.

7.7 Рекомендуется, чтобы распределение номинальной выходной мощности аппаратуры производилось программными средствами с учетом заданной конфигурации аппаратуры.

Примечание. В ТУ или технических характеристиках аппаратуры должно быть приведено распределение выходной мощности аппаратуры между сигналами для основных конфигураций аппаратуры.

7.8 Уровень мощности спектра сигнала ЦП на выходе аппаратуры (точка J, рисунок 1.2) вне номинальной полосы частот должен быть не более величин, указанных Таблице 7.1.

Таблица 7.1 Допустимый уровень мощности спектра сигнала ЦП вне номинальной полосы частот ($p_{\text{впс}}$, дБм)

| Номинальная выходная мощность аппаратуры, $p_{\text{ном}}$, дБм | Расположение спектра | |
|--|--|--|
| | В полосе частот 4 кГц, прилегающей к краю номинальной полосы | В широкой полосе частот, отстоящей от края номинальной полосы на 4 кГц |
| $\leq (+46)$ | -14 | -24 |
| $> (+46)$ | $p_{\text{ном}} - 60$ | $p_{\text{ном}} - 70$ |

7.9 Чувствительность по АРУ приемника должна быть в пределах между (-25) дБм и (-35) дБм.

Примечания.

1) При этом должна быть обеспечена передача ЦП с коэффициентом ошибок не более 10^{-7} .

2) Должна быть предусмотрена возможность снижения чувствительности по АРУ («загрубления» приёмника) на 20 дБ фиксированными ступенями.

7.10 АРУ аппаратуры при изменении затухания ИЛ не менее, чем на 40 дБ, должна обеспечивать надежную реализацию алгоритма демодуляции сигнала ЦП с коэффициентом ошибок не более $5 \cdot 10^{-7}$.

7.11 Прием ЦП в канале, организованном через ИЛ, не должен прерываться при скачкообразном изменении затухания ИЛ на величину не менее 2 дБ.

Примечание. При этом допускается кратковременное увеличение ошибок.

7.12 Рабочие параметры аппаратуры не должны изменяться при наличии на ВЧ входе (точка J, рисунок 1.2) мешающего синусоидального сигнала с произвольной частотой, в пределах номинальной полосы частот приема, и с уровнем, указанным производителем аппаратуры. При этом коэффициент ошибок общего цифрового потока должен быть не более 10^{-7} .

7.13 Аппаратура должна сохранять работоспособность при работе по ВЧ тракту с частотными зависимостями затухания и ГВП, которые периодически изменяются от максимального до минимального значения на величину:

- не менее 6 дБ для затухания;
- не менее 200 мкс для ГВП.

Частотный интервал между экстремальными значениями затухания и ГВП должен быть не более 1,5 кГц.

7.14 Рабочие параметры аппаратуры не должны изменяться при наличии на ВЧ входе (точка J, рисунок 1.2) мешающего синусоидального сигнала с частотой, расположенной вне номинальной полосы частот и

уровнем, указанным в Таблице 6.1. При этом коэффициент ошибок общего ЦП должен быть не более 10^{-7} .

Примечание. По договоренности между производителем и потребителем допустимый уровень мешающего сигнала для частоты, отстоящей от края номинальной полосы частот на 100 Гц, может быть снижен.

7.15 Для передачи цифровой информации в аппаратуре должны быть предусмотрены пользовательские интерфейсы серии RS, V, X, G и Ethernet.

7.16 Требования к аналоговым НЧ окончаниям каналов передачи речи (точки В и В', рисунок 1.2).

7.16.1 Должны удовлетворяться требования пункты (6.7.5, 6.7.6, 6.7.7 и 6.7.12).

7.16.2 Качество передачи речи должно быть не ниже 3,5 балла по шкале MOS согласно ITU-T P.862.

7.16.3 Модуль сжатия речи должен передавать сигналы тонального набора типа DTMF и АДАСЭ. Должны выбираться способы сжатия, которые способны обнаружить сигналы факса и/или модема и преобразовывать их в ЦП для передачи в виде цифровых данных.

7.16.4 Время задержки сигналов в канале между аналоговыми НЧ окончаниями канала речи при использовании ее сжатия должно быть не более 150 мс.

7.17 Требования к аппаратуре, осуществляющей передачу/прием сигналов и команд УПАСК

7.17.1 Тракты сигналов УПАСК и тракты формирования сигнала ЦП должны реализовываться как отдельные, не связанные между собой.

7.17.2 Требования к параметрам аппаратуры в части передачи/приема сигналов и команд УПАСК должны соответствовать приведенным в п. 6.9.

7.18 ЭМС

Требования аналогичны п. 6.10.

8 Требования к аппаратуре каналов ВЧ защит

Приводимые требования относятся также к аппаратуре совместной передачи сигналов ВЧ защит и команд РЗ в части, относящейся к передаче/приему сигналов ВЧ защит.

8.1 Аппаратура каналов ВЧ защит должна представлять собой ВЧ приемопередатчик, осуществляющий передачу и прием ВЧ сигналов между двумя или более концами ЛЭП (линия с ответвлением).

8.2 Для приемопередатчика должны быть предусмотрены возможности выбора частот передачи и приема:

- совмещённых (одинаковых);
- разнесённых.

При разнесении номинальные частоты передатчика и приемника должны выбираться с шагом 0,5 кГц. Допускается разнесение номинальных частот не более чем на 1,5 кГц.

8.3 Приемопередатчик должен выполнять следующие функции:

- передачу и прием сигналов ВЧ защит;
- периодический автоматический контроль запаса по затуханию канала связи между всеми его пунктами и непрерывный контроль исправности выходной цепи приемника;
- автоматический вывод защиты из действия и сигнализацию при обнаружении неисправностей;
- предупредительную сигнализацию при уменьшении запаса по затуханию;
- передачу команды (инициируемой вручную) на дистанционный сброс сигнала неисправности на противоположные концы канала и прием этой команды;
- регистрацию в энергонезависимой памяти явлений, характеризующих работу приемопередатчика (пуск, сигнализация и т.п.);
- регистрацию выходных параметров передатчика и приемника;
- взаимодействие с системой АСУ ТП;
- телефонную связь между концами канала в период его наладки и обслуживания.

8.4 Приемопередатчик должен обеспечивать возможность работы с электромеханическими, полупроводниковыми и микропроцессорными защитами. Приемопередатчик должен иметь интерфейсы, обеспечивающие взаимодействие с этими видами защит.

8.5 При работе с электромеханическими защитами должны обеспечиваться следующие виды управления передатчиком (рисунок 1.3):

- пуск внешним изолированным размыкающим контактом, напряжение на который подается от приемопередатчика;
- безынерционный пуск от внешнего постоянного напряжения;
- останов внешним изолированным замыкающим контактом, напряжение на который подается от приемопередатчика. «Останов» должен иметь приоритет перед остальными видами управления передатчиком;
- пуск с помощью кнопок «ПУСК» и «ПН», расположенных на передней панели;
- манипуляция выходного сигнала передатчика напряжением промышленной частоты 50 Гц (при срабатывании пуска);
- пуск от устройства АК (по внутренним цепям);

Пуск, безынерционный пуск и останов должны исключать возможность пуска от АК.

8.6 При работе с полупроводниковыми и микропроцессорными защитами должны обеспечиваться следующие виды управления передатчиком:

- пуск при замыкании пусковой цепи;
- останов при подаче на пусковую цепь напряжения 15-24 В от защиты;

- пуск с помощью кнопок «ПУСК» и «ПН», расположенных на передней панели;
- пуск от устройства АК (по внутренним цепям);
- запрет АК от цепей защиты (подачей или снятием напряжения 15-24 В).

Пуск и останов должны исключать возможность пуска от АК.

8.7 При работе с электромеханическими защитами ДФЗ должна осуществляться амплитудная или частотная манипуляция сигнала передатчика. Должна быть обеспечена возможность использования прямой или обратной манипуляции. Манипуляция должна осуществляться при пуске передатчика в соответствии с полярностью и значением переменного напряжения промышленной частоты, поступающего от РЗ.

8.7.1 Для передатчиков, использующих амплитудную манипуляцию, при пуске и отсутствии напряжения манипуляции на выходе должен быть: при прямой манипуляции – непрерывный ВЧ сигнал, при обратной манипуляции – отсутствие сигнала. При наличии напряжения манипуляции отрицательному полупериоду напряжения манипуляции на выходе должны соответствовать: при прямой манипуляции – посылка ВЧ сигнала, при обратной манипуляции – пауза.

8.7.2 Для передатчиков, использующих частотную манипуляцию, при пуске и отсутствии напряжения манипуляции на выходе должен быть сигнал: при прямой манипуляции – блокирующей частоты, при обратной – неблокирующей частоты. При наличии напряжения манипуляции отрицательному полупериоду напряжения манипуляции на выходе должны соответствовать посылки: при прямой манипуляции – блокирующей частоты, при обратной – неблокирующей частоты.

8.7.3 Должна обеспечиваться возможность регулировки напряжения полной манипуляции в пределах от 5 до 15 В. При напряжении полной манипуляции длительность импульсов тока выхода приемника должна быть на 15° меньше (при прямой манипуляции) или больше (при обратной манипуляции) длительности импульсов при напряжении манипуляции 100 В.

8.7.4 Максимально допустимое значение напряжения манипуляции на входе передатчика должно быть 130 В. Входное сопротивление цепи манипуляции должно составлять 195 – 205 кОм.

8.7.5 Для приемопередатчиков, использующих частотную манипуляцию, разность между длительностями импульсов и пауз на выходе приемника должна регулироваться в пределах от 5° до 30° программными средствами.

8.8 Безынерционный пуск должен производиться подачей на соответствующий вход внешнего постоянного напряжения от 3,0 до 5,5 В. Максимальная величина этого напряжения может достигать 100 В. Входное сопротивление цепи безынерционного пуска должно составлять 20-21 кОм. Возврат безынерционного пуска должен происходить при снижении напряжения ниже 3,0 В с выдержкой времени 0,5 с.

8.9 При работе с электромеханическими защитами должны обеспечиваться следующие значения тока выхода приемника.

При отсутствии ВЧ сигнала на входе приемника (при АМ) или при приеме сигнала неблокирующей частоты (при ЧМ):

- для дифференциально-фазной защиты – 20 или 10 мА;
- для дистанционной или направленной защиты – 0 мА.

При наличии на входе приемника непрерывного ВЧ сигнала (при АМ) или при приеме сигнала блокирующей частоты (при ЧМ):

- для дифференциально-фазной защиты – 0 мА;
- для дистанционной или направленной защиты – 20 мА.

Допустимые отклонения значений токов – 0,5 мА.

8.10 При работе с полупроводниковыми и микропроцессорными защитами должны обеспечиваться следующие значения напряжения на выходе приемника:

– при отсутствии ВЧ сигнала на входе приемника (при АМ) или при приеме сигнала неблокирующей частоты (при ЧМ) – низкий логический уровень 0 - 1 В;

– при наличии на входе приемника непрерывного ВЧ сигнала (при АМ) или приеме сигнала блокирующей частоты (при ЧМ) – высокий логический уровень 15 – 24 В.

8.11 Система автоматического контроля должна фиксировать:

- снижение уровня принимаемого ВЧ сигнала от каждого противоположного конца канала ниже установленного порога;
- отсутствие ВЧ сигнала от каждого противоположного конца канала на входе приемника;
- обрыв выходной цепи приемника;
- пропадание общего и любого из вторичных напряжений питания.

При фиксации неисправностей должна производиться световая сигнализация или индикация на передней панели. Должна производиться внешняя сигнализация: при снижении уровня принимаемого ВЧ сигнала – предупредительная, а в остальных случаях – аварийная. Должна размыкаться цепь автоматического вывода защиты из работы. Возврат в исходное состояние цепей сигнализации и ввода защиты должны производиться нажатием кнопки «СБРОС» или автоматически при приеме команды на дистанционный сброс. Должна быть предусмотрена возможность программной установки периодичности контроля на 0,5; 2; 5 часов с допустимыми отклонениями 5 мин. Возможно также осуществление непрерывного автоконтроля канала.

8.12 Чувствительность по принимаемому сигналу приемника должна быть не более (-15) дБм.

Должна быть предусмотрена возможность снижения чувствительности («загрубления» приёмника) на 30 дБ фиксированными ступенями.

При снижении уровня входного сигнала на 3 дБ относительно чувствительности сигнал не должен приниматься приемником.

8.13 Аппаратура должна работать с выполнением всех её функций и регламентируемых параметров при уровне принимаемых сигналов на ВЧ входе, равном номинальной чувствительности, при воздействии мешающих синусоидальных сигналов вне номинальной полосы частот. Производитель должен представить значения допустимых уровней мешающих сигналов в зависимости от расстройки относительно краёв номинальной полосы частот на: 0,1; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 кГц и более.

8.14 Аппаратура должна работать с выполнением всех её функций и регламентируемых параметров при уровне принимаемых сигналов на ВЧ входе, равном номинальной чувствительности, при воздействии мешающих синусоидальных сигналов с произвольной частотой в пределах номинальной полосы частот приемника. Допустимый уровень синусоидальной помехи в зависимости от уровня чувствительности задается производителем, он должен быть ниже установленного уровня чувствительности по принимаемому сигналу не более чем на 10 дБ.

8.15 Уровень сигналов внеполосного спектра на выходе передатчика не должен превышать значений, приведенных в Таблице 5.1 при передаче манипулированного сигнала.

8.16 Помехоустойчивость приемника при действии широкополосных помех должна обеспечивать:

- вероятность отказа защиты при КЗ на защищаемой линии не более 10^{-2} при действии помех от короны;
- вероятность излишнего срабатывания защиты при внешнем КЗ не более 10^{-3} при действии коммутационных помех.

Производитель аппаратуры должен указать необходимые для выполнения этих требований значения:

- превышения чувствительности по принимаемому сигналу над уровнем помех от короны;
- превышения уровня сигнала на входе приемника над чувствительностью по принимаемому сигналу.

8.17 Электропитание

Аппаратура должна нормально функционировать при провалах и перерывах напряжения электропитания, указанных в Таблице 4.3. Провалы и перерывы электропитания не должны вызывать изменения параметров приемопередатчика, ложных пусков и перезагрузки процессора.

8.18 ЭМС

Аппаратура должна соответствовать ККФ «А», а именно должно осуществляться нормальное функционирование в соответствии с требованиями ТД: передача и приём непрерывных сигналов защиты, отсутствие изменения выходных параметров приемника, правильная работа систем сбора и хранения данных, самодиагностики и сигнализации во время воздействий, перечисленных в Таблице 4.3.

Порты аппаратуры каналов ВЧ защит классифицируются следующим образом:

- сигнальные порты внешней сигнализации относятся к категории полевых;
- сигнальные порты интерфейса с устройством релейной защиты относятся к категории локальных;
- линейный интерфейс относится к соединению с высоковольтным оборудованием;
- цепи электропитания относятся к портам электропитания постоянного тока.

9 Требования к устройствам передачи/приема аварийных сигналов и команд

Приводимые требования применимы к аппаратуре совместной передачи сигналов ВЧ защит и команд РЗ в части, относящейся к передаче/приему команд РЗ.

9.1 Структура построения устройства

9.1.1 В аппаратуре ВЧ связи, выполняющей функции УПАСК, в некоторых вариантах исполнения могут быть выделены две части – формирующая и каналобразующая (рисунок 1.4).

На передающей стороне ФЧ получает команды от первичных источников информации (устройств РЗ и ПА) и преобразует их в сигналы, направляемые в КОЧ. На приемной стороне ФЧ выполняет обратное преобразование и выдаёт команды приемникам информации.

На передающей стороне КОЧ преобразует сигналы, полученные от ФЧ, в ВЧ сигналы, передаваемые по каналу, а на приемной стороне выполняет обратное преобразование.

9.1.2 Обе части могут размещаться как в одном корпусе (совмещенное исполнение), так и в различных корпусах (разнесенное исполнение). При разнесенном исполнении должна быть обеспечена возможность установки в разных помещениях. Максимально допустимое расстояние между двумя частями аппаратуры должно быть не менее 1000 м. На рисунке 1.4 изображены отдельно схемы передатчика и приемника команд в разнесенном варианте. Они используются для создания симплексных каналов передачи/приема команд. Устройство для создания дуплексного канала на каждом его конце включает в себя передатчик и приемник (обведены пунктиром). При разнесенном варианте соединение между ФЧ и КОЧ может выполняться с помощью электрической или оптической линии связи. При совмещенном исполнении в современной микропроцессорной аппаратуре зачастую ФЧ и КОЧ не разделяются явно.

9.2 Общие требования к передаче и приему команд

9.2.1 Устройство может быть выполнено для передачи сигналов в одном направлении (симплексная передача) или в двух противоположных направлениях (дуплексная передача).

9.2.2 В режиме покоя (при отсутствии сигналов команд) по каналу в каждом направлении должен передаваться охранный сигнал для контроля

исправности элементов аппаратуры и канала. Канал передачи ОС может быть использован для передачи доаварийной информации со скоростью передачи 100 или 200 бит/с. Параметры канала должны соответствовать п. 6.8.

9.2.3 Устройство должно производить передачу и прием дискретных сигналов команд и, при необходимости, ТМ сигналов доаварийной информации. В каждый момент времени по каналу должна передаваться только одна команда или одна комбинация команд.

В первом варианте команды при их одновременном возникновении должны передаваться поочередно в порядке их приоритета. В этом случае все команды разбиваются на две группы:

- группа А высшего приоритета, к которой относятся, как правило, команды РЗ;

- группа Б, к которой относятся, как правило, команды ПА.

Должна быть обеспечена возможность передачи и приема, как минимум, 4-х команд группы А. Максимальное количество команд определяется заказчиком.

Изменение количества команд должно производиться независимо для передатчика и приемника, рекомендуется – группами по четыре команды.

9.2.4 Могут использоваться два значения времени передачи команд с момента поступления напряжения на управляющий вход передатчика до замыкания соответствующей выходной цепи приемника (без учета времени распространения в ВЧ тракте):

- номинальное время (T_0) – без учета задержек в передатчике и приемнике (пункты 9.3.5 и 9.3.8) без воздействия помех;

- максимальное время ($T_{\text{макс}}$) - без учета задержек в передатчике и приемнике при воздействии помех.

Значение $T_{\text{макс}}$ зависит от соотношения С/П на входе приемника и от заданного допустимого значения вероятности пропуска команды.

Значение T_0 задается производителем в зависимости от $T_{\text{макс}}$. Значение T_0 для сигналов и команд ПА не должно превышать 25 мс.

9.2.5 Параметрами помехоустойчивости по МЭК 60834-1 являются – надежность и безопасность. Эти параметры связаны между собой, а также с временем передачи команды.

9.2.5.1 Надёжность характеризуется вероятностью пропуска команды $P_{\text{п.к.}}$, определяемой, как отсутствие приема переданной команды в течение заданного интервала времени $T_{\text{макс}}$. Значения $T_{\text{макс}}$, превышение которого считается пропуском команды, а также значение $P_{\text{п.к}}$ для команд различного назначения приведены в Таблице 9.1. Значения $T_{\text{макс}}$ могут быть изменены по согласованию с заказчиком. Надёжность определяется в условиях длительного воздействия помех типа белого шума при соотношении С/П равном 6 дБ в полосе 4 кГц.

Таблица 9.1 Параметры при определении надёжности

| Функция команды | Максимальное время передачи $T_{\text{макс}}$, мс | Вероятность пропуска команды $P_{\text{п.к}}$ |
|---|---|--|
| Блокировка | 15 | $<10^{-3}$ |
| Разрешение 1-я зона ступенчатой защиты | 20 | $<10^{-2}$ |
| Разрешение 2-я , 3-я зона ступенчатой защиты | 20 | $<10^{-3}$ |
| Телеотключение | 40 | $<10^{-4}$ |
| ПА | 30 | $<10^{-4}$ |

Примечание. Указанное значение $T_{\text{макс}}$ применяется для линий напряжением 110 кВ и выше. Для линий более низких классов по напряжению $T_{\text{макс}}$ может быть увеличено.

9.2.5.2 Безопасность характеризуется вероятностью приема ложной команды $P_{\text{л.к.}}$ при пропадании ОС и одновременном возникновении на ВЧ входе приемника импульса помехи типа белого шума длительностью 200 мс. Уровень помехи изменяется в широких пределах, значение $P_{\text{л.к}}$ определяется как максимальное в наихудшем из возможных случаев.

Максимально допустимое значение $P_{\text{л.к.}}$ приведены в Таблице 9.2.

Таблица 9.2 Параметры при определении безопасности

| Функция команды | Вероятность приёма ложной команды $P_{\text{л.к.}}$ |
|---|--|
| Блокировка | $<10^{-3}$ |
| Разрешение 1-я зона ступенчатой защиты | $<10^{-4}$ |
| Разрешение 2-я , 3-я зона ступенчатой защиты | $<10^{-3}$ |
| Телеотключение | $<10^{-6}$ |
| ПА | $<10^{-6}$ |

9.2.6 Значения вероятности пропуска команды $P_{\text{п.к.}}$ должно быть не более приведенных в Таблице 9.1 при скачкообразном увеличении затухания ВЧ тракта на 22 дБ и воздействии на ВЧ вход приемника помех типа белого шума с соотношением С/П 6 дБ в полосе 4 кГц.

9.2.7 При передаче последовательности различных команд в произвольных сочетаниях и при различных вариантах возникновения и перебивки одних команд другими не должны приниматься излишние команды (как при отсутствии помех, так и при соотношении С/П 6 дБ в полосе 4 кГц). Вероятность приема излишней команды при соотношении С/П 0 дБ должна быть не более 10^{-6} .

9.3 Требования к формирующей части

9.3.1 Управление передачей должны осуществлять замыкающие контакты (или твердотельные выходные элементы) внешних устройств РЗ и ПА, через которые подается внешнее постоянное напряжение на соответствующие управляющие входы передатчика. Входные цепи должны иметь гальваническую развязку от корпуса.

9.3.2 Должна быть предусмотрена возможность выбора одного из двух номинальных значений управляющего напряжения (одинаково для всех команд): 220 В и 110 В.

Ток потребления каждой цепи управления при номинальном напряжении должен быть в пределах 20-25 мА.

Напряжение срабатывания цепей управления передачей должно находиться в пределах:

- от 158 до 170 В (при номинальном напряжении 220 В);
- от 79 до 85 В (при номинальном напряжении 110 В).

9.3.3 Для команд групп А и Б в передатчике должен быть предусмотрен режим с запоминанием управляющего импульса и передачей каждой команды в течение заданного интервала времени (с фиксированной продолжительностью передачи) независимо от наличия напряжения на управляющем входе. Продолжительность передачи команды должна регулироваться программными средствами в пределах от 10 до 100 мс с шагом 10 мс.

Должна быть предусмотрена возможность переключения программными средствами последней из команд группы Б в режим передачи в течение времени наличия напряжения на управляющем входе. В этом случае должны быть предусмотрены два варианта передачи: без ограничения продолжительности и с ограничением продолжительности в пределах от 3 до 15 с.

9.3.4 В аппаратуре, где в каждый момент времени может передаваться только одна команда, должны использоваться следующие правила передачи при возникновении нескольких команд. В случае одновременного возникновения команд групп А и Б сначала должны передаваться первые, а затем – вторые.

При возникновении команды группы А во время передачи команды группы Б передача команды группы Б должна быть прервана и возобновлена после окончания передачи команды группы А.

При одновременном возникновении нескольких команд группы А (или группы Б) они должны передаваться поочередно в порядке приоритета.

При возникновении во время передачи команды группы А новой команды той же группы более высокого приоритета идущая передача должна быть прервана и передана более приоритетная команда. Прерванная команда должна быть вновь передана полностью после передачи более приоритетной команды. Если во время передачи команды группы А возникает менее

приоритетная команда, то она должна быть передана после окончания идущей передачи.

При возникновении во время передачи команды группы Б новой команды той же группы любого приоритета она должна быть передана после окончания идущей передачи.

Стирание команды из памяти в передатчике должно производиться только после ее передачи в течение заданного интервала времени (п. 9.3.3).

Примечание. Требования к логике передачи команд, приведенные выше, могут быть изменены заказчиком по согласованию с производителем на стадии выдачи задания на производство в специальных случаях.

9.3.5 Должна быть предусмотрена возможность введения задержки начала передачи команд в передатчике. Значение времени задержки должно регулироваться отдельно для каждой команды в пределах 0 – 20 мс с интервалом 1 мс. Длительность управляющего импульса на входе передатчика должна быть больше времени задержки не менее чем на 1 мс.

9.3.6 В приемнике фиксация приема команды должна происходить только в течение интервала времени 0,2 с после пропадания ОС или окончания приема команды, если ОС не появился.

9.3.7 В приемнике при приеме каждой из команд должны замыкаться две выходные цепи, изолированные от корпуса и между собой. Выходные цепи должны коммутировать постоянное напряжение не менее 220/250 В при токе не менее 0,25/0,2 А и индуктивной нагрузке с постоянной времени не менее 0,05 с.

9.3.8 В приемнике должна быть предусмотрена возможность введения при необходимости задержки приема команд для повышения его помехозащищенности. Значение времени задержки может устанавливаться отдельно для каждой команды 5 или 10 мс программными средствами.

9.3.9 В приемнике должна обеспечиваться возможность введения задержки на возврат замкнутых выходных цепей (запоминания принятых команд) на время от 0,1 до 1,0 с с дискретностью 0,1 с. Задержка на возврат должна вводиться или исключаться программными средствами отдельно для каждой команды.

9.4 Требования к каналобразующей части

9.4.1 Номинальное значение чувствительности приемника команд должно быть не хуже (-20) дБм. Должна быть предусмотрена возможность снижения чувствительности («загрубления» приёмника) программными средствами на 20 дБ фиксированными ступенями с дискретностью 1 дБ.

При уровне сигнала на входе приемника на 3 дБм ниже уровня чувствительности прием команд не должен происходить.

9.4.2 Устройство должно работать с выполнением всех его функций и регламентируемых параметров при уровне принимаемых сигналов на ВЧ входе, равном номинальной чувствительности, при воздействии мешающих синусоидальных сигналов вне номинальной полосы частот. Производитель

должен регламентировать значения допустимых уровней мешающих сигналов в зависимости от расстройки относительно краёв номинальной полосы частот на: 0,1; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 кГц и более по аналогии с Таблицей 6.1.

9.4.3 Производитель должен определить и указать максимально допустимый уровень синусоидальной помехи с частотой, совпадающей с частотой сигнала любой команды, при котором:

- для варианта одночастотного кодирования команд при снятии ОС не должны возникать ложные команды;

- для варианта двухчастотного кодирования команд (параллельного или последовательного) не должно увеличиваться время передачи команды относительно номинального значения.

Допустимый уровень синусоидальной помехи должен быть ниже установленной чувствительности приемника не более чем на 15 дБ.

9.4.4 Уровень паразитных излучений для аппаратуры, использующей двухчастотный параллельный код, должен соответствовать приведенному в Таблице 5.2.

9.4.5 При использовании электрической соединительной линии между ФЧ и КОЧ передаваемые сигналы обычно располагаются в тональном спектре частот. Параметры интерфейса между частями должны отвечать требованиям п. 6.9.7.

9.4.6 При использовании оптической соединительной линии между ФЧ и КОЧ интерфейс между ними должен отвечать требованиям п. 6.9.8.

9.5 Электропитание

9.5.1 Устройство должно нормально функционировать при провалах и перерывах напряжения электропитания, указанных в Таблице 4.3. Провалы и перерывы электропитания не должны вызывать изменения параметров аппаратуры, перезагрузки процессора и ложного действия.

9.5.2. Устройство должно выдерживать без повреждений и возникновения ложных команд:

- пропадание и восстановление напряжения электропитания;
- медленные (более 10 с) изменения напряжения электропитания от номинального значения до нуля и от нуля до номинального значения.

9.6 ЭМС

9.6.1. Устройство передачи/приема аварийных сигналов и команд должно соответствовать ККФ «А», а именно должно осуществляться нормальное функционирование устройства в соответствии с технической документацией: передача/приём команд с заданным временем, отсутствие ложных команд и пропусков команд, правильность записи в журнале событий, а также правильная работа систем самодиагностики, сигнализации,

сбора и хранения данных во время воздействий, перечисленных в Таблице 4.3.

9.6.2. Порты УПАСК классифицируются следующим образом:

- сигнальные порты входов управления передачей команд, выходов приема команд, внешней сигнализации относятся к полевым;
- линейный интерфейс относится к соединению с высоковольтным оборудованием;
- цепи электропитания относятся к портам электропитания постоянного тока.

Если сигнальные порты непосредственно подключены к цепям электропитания 220 В постоянного тока, то уровень подаваемых воздействий выбирается максимальным.

9.7 Тестирование, регистрация, сигнализация

9.7.1 В устройстве должны быть предусмотрены:

- постоянный контроль исправности узлов, где сигнал ОС присутствует в режиме покоя;
- периодическое автоматическое тестирование исправности узлов, в которых сигнал присутствует только при передаче команд; тестирование не должно вызывать ложного действия, должно прекращаться при передаче команд, не должно вызывать увеличения времени передачи команды более чем на 5 мс.

9.7.2 В устройстве должен быть предусмотрен постоянный контроль уровня ОС на входе приемника и предупредительная сигнализация (см. п. 4.9.3) при снижении уровня ниже установившегося значения (в нормальном режиме) на величину, превышающую уставку. Уставка сигнализации должна регулироваться программно в пределах от 3 до 9 дБ с дискретностью 1дБ.

9.7.3 Не должно происходить замыкания выходных цепей приемника, а должна производиться их блокировка и включаться аварийная внешняя сигнализация (см. п. 4.9.3) в случаях, указанных в Таблице 9.3.

Таблица 9.3

| Событие | Выдержка времени | |
|---|---|-----------------|
| | на блокировку | на сигнализацию |
| Фиксация приема сигнала команды одновременно с приемом ОС | Аппаратура: специализированная – 0 с; комбинированная – 1 с | 5÷6 с |
| Пропадание ОС без возникновения команд | 0,2 с | 5÷6 с |
| Пропадание напряжения любого из вторичных | 0 с | 0 с |

| | | |
|---|-----|-------|
| источников питания | | |
| Неисправность, выявленная при автоматическом тестировании | 0 с | 5÷6 с |

9.7.4 В устройстве должна выполняться световая сигнализация передачи и приема каждой команды с запоминанием и ручным сбросом. Возможна индикация передачи и приема на дисплее. При этом должна производиться общая внешняя сигнализация и сигнализация по отдельности передачи и приема команд путем замыкания контактов реле, выведенных на внешний клеммник.

9.7.5 Должно быть предусмотрено запоминание в энергонезависимой памяти с погрешностью 1 мс следующих данных:

- номеров переданных и принятых команд с указанием даты и времени начала и окончания передачи и приема каждой из команд (на входах передатчика и в тракте приема в приемнике);
- времени обнуления счетчика команд;
- времени и результата последнего тестирования аппаратуры оператором.

10 Методика проверки выполнения требований

10.1 Проведение испытаний

10.1.1. Требования, относящиеся к параметрам работы аппаратуры в канале, проверяются в схеме соединения двух полуккомплектов в канал через ИЛ в соответствии с рисунком 10.1.

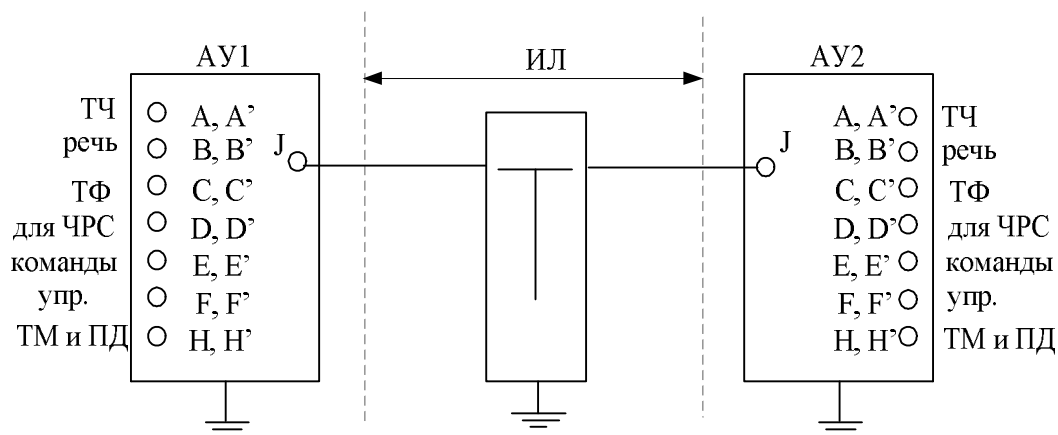


Рисунок 10.1 Схема измерения параметров аппаратуры при работе в канале

10.1.2 ИЛ должна отвечать следующим требованиям:

– номинальное характеристическое сопротивление ИЛ должно быть равно номинальному сопротивлению ВЧ входа/выхода аппаратуры; Затухание несогласованности характеристического сопротивления с его номинальным значением должно быть не менее 30 дБ;

– номинальное затухание ИЛ определяется в соответствии с рекомендациями ИЕС 60495, как:

$$a_{ил}(\text{дБ}) = L_{ном}(\text{дБм}) - 15 - 20 \lg n \quad (10.1)$$

где $L_{ном}$ – номинальная выходная мощность аппаратуры (пиковая мощность огибающей), n – число базисных полос частот в номинальной полосе частот аппаратуры;

Примечание. В некоторых специально оговариваемых случаях затухание ИЛ может отличаться от определяемого по (10.1).

- должна быть предусмотрена возможность увеличения затухания ИЛ относительно номинального до величины 60 дБ и уменьшения до величины 5 дБ. Изменение затухания должно производиться без разрыва цепи.

10.1.3 Представление генератора сигналов. Эквивалентная схема генератора сигналов с внутренним сопротивлением Z_1 и уровнем ЭДС, равным L_0 , может быть представлена в виде, показанном на рисунке 10.2, а.

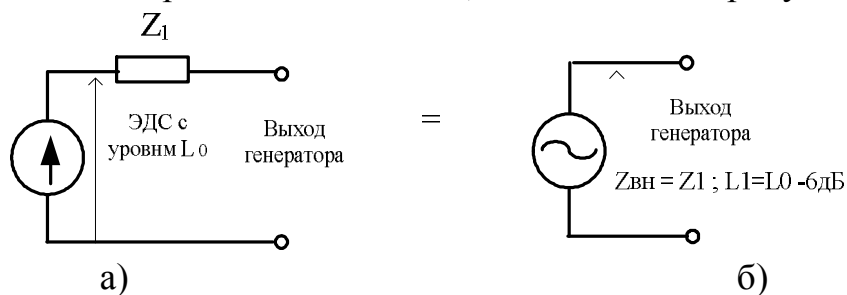


Рисунок 10.2 Эквивалентная схема генератора (а) и её представление современным генератором (б)

В генераторах уровень выхода генератора L_1 , отображается, как уровень ЭДС за вычетом 6 дБ (то есть отображаемый уровень выхода равен уровню, который будет на выходе генератора при его нагрузке на согласующее сопротивление Z_1).

$$L_1 = L_0 - 6, \text{ дБ} \quad (10.2)$$

В случае, когда внутреннее сопротивление используемого генератора не соответствует требуемой величине Z_1 , формируется схема эквивалентного генератора, представленная на рисунке 10.2, а.

10.1.4 Приведенные схемы измерений нормируемых параметров могут быть изменены с учётом схемной реализации проверяемой аппаратуры, но без искажения принципов, положенных в основу методики проведения измерений. В случаях, когда для измерения параметров могут быть

использованы специализированные измерительные приборы, предпочтение следует отдавать этим приборам.

10.1.5 Допускается применять другие методы, включая использование приборов с прямым считыванием измеряемого параметра, что устраняет или уменьшает объём требуемых вычислений.

10.2 Проверка общих требований к аппаратуре

10.2.1. Испытания на климатические воздействия (температуру и влажность, п. 4.1) следует проводить в соответствии с ГОСТ 20.57.406. Предпочтительная последовательность проведения проверок на устойчивость к климатическим воздействиям для каждого вида испытаний (периодические, приемо-сдаточные, типовые) должна указываться в ТУ на аппаратуру.

10.2.1.1. Испытание на теплоустойчивость проводить следующим способом. Аппаратуру помещают в камеру тепла, включают и при нормальных климатических условиях проверяют ее функционирование и выключают. После чего в камере устанавливают температуру, соответствующую верхнему предельному значению при эксплуатации. Аппаратуру выдерживают в камере при заданной температуре в течение времени, зависящего от массы изделия. Эта зависимость приведена в Таблице 10.2.1.

Таблица 10.2.1

| Масса аппаратуры, кг | Время выдержки, час |
|----------------------|---------------------|
| от 2 до 10 | 3 |
| от 10 до 20 | 4 |
| от 20 до 50 | 6 |
| от 50 до 100 | 8 |

В конце выдержки аппаратуру включают, проводят проверку значений параметров на соответствие приведенным в ТУ (если измерение параметров без извлечения из камеры технически невозможно, допускается проводить измерение параметров вне камеры).

По окончании выдержки аппаратуру извлекают из камеры, проводят визуальный осмотр, выдерживают в нормальных климатических условиях (в течение нескольких часов 3-4) и затем проводят проверку параметров в соответствии с ТУ.

Если в ТУ на аппаратуру заданы значения рабочей и рабочей предельной температуры, то испытание аппаратуры может проводиться в два этапа при соответствующих температурах, с измерением на каждом этапе параметров, указанных для каждой из температур.

Аппаратуру считают выдержавшей испытание, если в процессе и после испытаний ее параметры удовлетворяют требованиям, установленным в ТУ.

10.2.1.2 Испытание на холодоустойчивость проводить следующим способом. Аппаратуру помещают в камеру холода, включают и при

нормальных климатических условиях проверяют ее функционирование и выключают. После чего в камере устанавливают температуру, соответствующую нижнему предельному значению при эксплуатации. Аппаратуру выдерживают в камере при заданной температуре в течение времени, зависящего от массы изделия. Эта зависимость приведена в Таблице 10.2.1.

В конце выдержки аппаратуру включают, проводят проверку значения параметров на соответствие приведенным в ТУ (если измерение параметров без извлечения из камеры технически невозможно, допускается проводить измерение параметров вне камеры).

По окончании выдержки аппаратуру извлекают из камеры, проводят визуальный осмотр, выдерживают в нормальных климатических условиях (в течение нескольких часов 3-4) и затем проводят проверку параметров в соответствии с ТУ.

Если в ТУ на аппаратуру заданы значения рабочей и рабочей предельной температуры, то испытание аппаратуры может проводиться в два этапа при соответствующих температурах, с измерением на каждом этапе параметров, указанных для каждой из температур.

Аппаратуру считают выдержавшей испытание, если в процессе и после испытаний ее параметры удовлетворяют требованиям, установленным в ТУ.

10.2.1.3 Испытания на влагоустойчивость следует проводить в соответствии с ГОСТ 20.57.406. Аппаратуру выдерживают в нормальных климатических условиях. Проводят визуальный осмотр и проверяют нормальное ее функционирование. Аппаратуру выключают и помещают в камеру влаги, температуру которой устанавливают плюс (25 ± 3) °С. Аппаратуру выдерживают при этой температуре не менее 1 часа, затем относительную влажность в камере повышают до (80 ± 3) %. После чего температуру и влажность поддерживают постоянными в течение 4 суток.

В конце выдержки при заданном режиме аппаратуру включают и проверяют параметры на соответствие приведенным в ТУ (если измерение параметров внутри камеры невозможно, то измерение проводят с извлечением аппаратуры из камеры в течение времени не более 15 минут с момента извлечения, если другое не оговорено в ТУ).

Далее аппаратуру извлекают из камеры и выдерживают в нормальных климатических условиях, в течение времени установленного в ТУ. Затем производится визуальный осмотр и проверка параметров.

Аппаратура считается выдержавшей испытания, если во время и после их проведения значения параметров соответствуют установленным в ТУ.

10.2.2 Стойкость к механическим воздействиям (п. 4.2) проверяется следующим способом.

10.2.2.1 Проверка устойчивости к воздействию одиночных ударов и синусоидальных вибраций

Перед началом испытаний проводят внешний осмотр аппаратуры и проверку отсутствия механических повреждений, а также проверку на соответствие требованиям ТУ.

Аппаратуру через технологическое приспособление крепят к столу вибростенда, включают и подвергают воздействию одиночных ударов и синусоидальных вибраций.

После испытаний проводят внешний осмотр и проверку отсутствия механических повреждений, а также проверку параметров на соответствие ТУ.

Аппаратуру считают выдержавшей испытание, если после их проведения отсутствуют механические повреждения и значения параметров соответствуют установленным в ТУ.

10.2.2.2 Испытания на прочность при транспортировании проводить в соответствии с ГОСТ 23216.

Аппаратуру в упаковке жестко крепят на платформе ударного стенда и подвергают воздействию ударов по нормам, приведенным в Таблице 10.2.2. Аппаратуру подвергают последовательному воздействию всех ускорений, приведенных в таблице для данной группы аппаратуры по массе. Последовательность испытаний при воздействии ударов с различными ускорениями для каждой степени жесткости не регламентируют. Допускаются перерывы между испытаниями при условии сохранения общего количества ударов. Допускается применять стандартизованные стенды имитации транспортирования.

Таблица 10.2.2

| Масса аппаратуры с упаковкой (кг) | Режим испытаний | | | |
|--|---------------------------|------------------|--|-----------------------|
| | Пиковое ударное ускорение | | Длительность действия ударного ускорения, мс | Число ударов (тысячи) |
| | g | м/с ² | | |
| При воздействии вертикальных нагрузок | | | | |
| До 50 | 10 | 100 | 5-20 | 2 |
| | 8 | 80 | 2-20 | 9 |
| св. 50 до 75 | 10 | 100 | 5-20 | 2 |
| | 8 | 80 | 2-20 | 9 |
| св. 75 до 200 | 10 | 100 | 5-20 | 2 |
| | 8 | 80 | 2-20 | 9 |
| св. 200 до 1000 | 8 | 80 | 2-20 | 2 |
| | 5 | 50 | 2-20 | 9 |
| При воздействии горизонтальных продольных нагрузок | | | | |
| до 200 | 12 | 120 | 5-20 | |
| | 8 | 80 | 2-20 | 0,2 |
| При воздействии горизонтальных поперечных нагрузок | | | | |
| до 200 | 12 | 120 | 5-20 | |
| | 8 | 80 | 2-20 | 0,2 |

Испытания проводят при одном значении длительности действия ударного ускорения, лежащем в указанных в таблице пределах. Частоту ударов в минуту рекомендуется выбирать в диапазоне от 40 до 120. Необходимость воздействия горизонтальных (продольных и поперечных) нагрузок указывают в ТУ.

При массе изделия свыше 200 кг испытания проводят путем перевозки на автомашинах с пневматическим демпфированием на расстояние 1000 км. Допускается вместо указанного способа проводить испытания методом, установленным для аппаратуры до 200 кг.

Аппаратуру считают выдержавшей испытания, если после их проведения упаковка не имеет механических повреждений, влияющих на ухудшение ее защитных свойств, аппаратура не имеет механических повреждений, значения параметров соответствуют заявленным в ТУ.

10.2.3 Устойчивость к климатическим внешним воздействующим факторам при транспортировании и хранении (п. 4.3) следует проводить в соответствии с ГОСТ 16962.1.

10.2.3.1 Испытания на воздействие верхнего значения температуры при транспортировании и хранении проводить следующим способом.

Аппаратуру в упаковке помещают в камеру тепла, после чего температуру в камере устанавливают равной верхнему значению температуры при транспортировании и хранении. Допускается помещать аппаратуру в камеру, температура в которой установлена заранее. При этом влажность не нормируют. Аппаратуру выдерживают при заданной температуре в течение времени, достаточного для достижения теплового равновесия в соответствии с Таблицей 10.2.1.

По истечении заданного времени аппаратуру извлекают из камеры и выдерживают в нормальных климатических изделиях в течение времени, указанного в ТУ (несколько часов ~ 3-4). Затем проводят визуальный осмотр, проверку параметров на соответствие приведенным в ТУ.

Аппаратуру считают выдержавшей испытание, если после их проведения значения параметров соответствуют установленным в ТУ.

10.2.3.2 Испытания на воздействие нижнего значения температуры при транспортировании и хранении проводить следующим способом.

Аппаратуру в упаковке помещают в камеру холода, после чего температуру в камере устанавливают равной нижнему значению температуры при транспортировании и хранении. Допускается помещать аппаратуру в камеру, температура в которой установлена заранее. При этом влажность не нормируют. Аппаратуру выдерживают при заданной температуре в течение времени, достаточного для достижения теплового равновесия в соответствии с Таблицей 10.2.1.

По истечении заданного времени аппаратуру извлекают из камеры и выдерживают в нормальных климатических изделиях в течение времени, указанного в ТУ (в течение нескольких часов 3-4). Затем проводят

визуальный осмотр, проверку параметров на соответствие приведенным в ТУ.

Аппаратуру считают выдержавшей испытание, если после их проведения значения параметров соответствуют установленным в ТУ.

10.2.3.3 Испытания на устойчивость к влаге при транспортировании и хранении проводятся по методу 207-1, ГОСТ 20.57.406.

10.2.4 Проверка системы электропитания (п. 4.4) проводится следующим способом.

10.2.4.1 При изменении напряжения электропитания (п. 4.4.1) в заданных пределах, производится измерение значений параметров, указанных в ТУ.

10.2.4.2 Напряжение помех, вносимое аппаратурой в источник питания постоянного тока (п. 4.4.2), измеряются в схеме рисунка 10.3, в которой между аппаратурой и источником питания введен фильтр с данными, приведёнными на рисунке. Вольтметр V должен измерять псофометрическое напряжение.

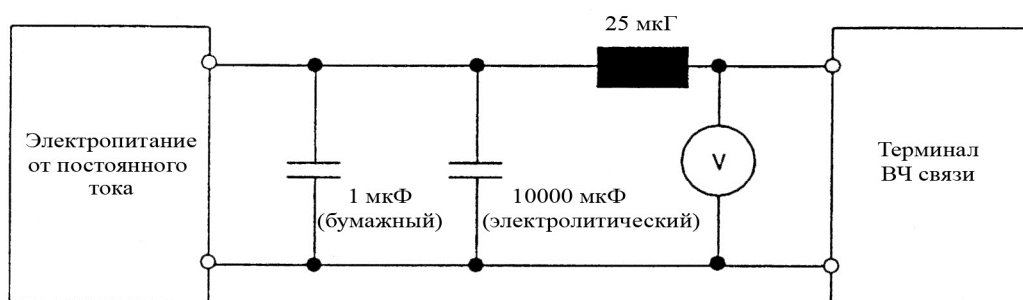


Рисунок 10.3 Схема измерений кондуктивных помех от ВЧ оборудования при питании от источника постоянного тока

10.2.5 Электрическая прочность изоляции (п. 4.5) проверяется в соответствии с ГОСТ Р 50514.

Проверка включает в себя:

- испытание напряжением промышленной частоты;
- испытание импульсным напряжением;
- измерение сопротивления изоляции.

Проверки электрической прочности изоляции должны быть выполнены между каждой цепью и корпусом (выводы каждой независимой цепи соединяют вместе).

Цепи, имеющие одно и то же номинальное напряжение по изоляции, могут быть соединены вместе, если они испытываются относительно корпуса.

Испытательные напряжения должны прикладываться непосредственно к выводам.

Испытания должны проводиться на аппаратуре с включенным выключателем питания, но не подключенной к источнику питающего напряжения.

Аппаратура считается выдержавшей испытания, если во время воздействий импульсным напряжением и напряжением промышленной частоты не происходит ни пробоя, ни перекрытия изоляции.

10.2.5.1 Испытание напряжением промышленной частоты проводить следующим способом.

Напряжение холостого хода испытательного устройства первоначально устанавливают не более чем на 50 процентов заданного напряжения, после чего его прикладывают к испытываемой цепи аппаратуры. Затем напряжение плавно увеличивают до заданного значения и поддерживают в течение 1 минуты, после чего плавно и быстро понижают до нуля.

10.2.5.2 Испытание импульсным напряжением проводить следующим способом.

Методика испытаний импульсным напряжением аналогична п. 10.2.5.1. Импульсное напряжение следует прикладывать к соответствующим выводам реле, при этом другие цепи и корпус заземляют.

Три положительных и три отрицательных импульса следует подавать с интервалом не менее 5 секунд.

После проведения испытания реле (цепи) должно отвечать всем требованиям к рабочим характеристикам, установленным в ТУ.

10.2.5.3 Измерение сопротивления изоляции проводить следующим образом.

Сопротивление изоляции определяется после достижения установленного значения или, по меньшей мере, через 5 секунд после приложения постоянного напряжения порядка 500 В.

Измеренное таким образом сопротивление изоляции должно быть не менее значения, указанного в ТУ.

10.2.6 Сопротивление заземления (п. 4.6) проверять миллиомметром или мостом постоянного тока согласно инструкции на прибор.

10.2.7 Пожаробезопасность (п. 4.7) проверяется путем исследования используемых материалов и конструкции аппаратуры.

10.2.8 ЭМС (п. 4.8) проверяется следующим способом:

10.2.8.1 Условия проведения испытаний

Испытания должны проводиться в аттестованной испытательной лаборатории в присутствии представителей заказчика с помощью комплектов аттестованного испытательного оборудования и поверенных средств измерений.

Перед началом испытаний должна проводиться проверка климатических условий и напряжения электропитания в испытательной лаборатории с помощью стандартных средств измерения температуры, влажности, давления, напряжения, частоты.

Выбранный режим функционирования аппаратуры, во время испытаний, должен иметь наименьшую устойчивость к помехе конкретного вида. Испытания проводятся в следующих основных режимах:

- передача и приём конкретного вида информации соответствующего назначению аппаратуры;
- выполнение функции сигнализации;
- выполнение функции записи сообщений (событий);
- выполнение функции самотестирования (самодиагностики).

Конкретную конфигурацию испытываемой аппаратуры определяет заказчик совместно организацией, занимающейся аттестацией оборудования. Выбранная конфигурация аппаратуры должна обладать наименьшей помехоустойчивостью при соответствии условиям установки и применения аппаратуры.

Заказчик обеспечивает нормальное функционирование и устраняет возможные дефекты или отказы при испытаниях, а также предоставляет на время испытаний вспомогательное оборудование необходимое для обеспечения нормального функционирования аппаратуры.

Все испытания необходимо проводить не менее чем через 5 мин после включения аппаратуры.

Проверку функционирования аппаратуры необходимо проводить до, во время и после проведения испытаний по ЭМС.

При испытаниях все порты (ввода-вывода, связи, управления и т.д.) должны быть задействованы. Испытание конкретного порта необходимо проводить с прохождением по нему реальных и (или) тестовых сигналов.

Для экранированных кабелей связи помеха должна подаваться непосредственно на экран (по схеме «экран-земля»). Длина кабелей должна быть 20 метров.

Время проведения теста (проверки конкретной функции аппаратуры) должно быть не менее времени задания электромагнитного воздействия.

Объём испытаний аппаратуры определяется требованиями ГОСТ Р 51317.6.5 и Типовой программой испытаний. Испытания проводятся на двух полукomплектах аппаратуры соединённых ИЛ. Внешние воздействия подаются на один полукomплект. Все порты аппаратуры подвергаются испытаниям в полном объёме (за исключением портов предназначенных для использования только для пуско-наладки, планово-профилактических и ремонтных работ). Для идентичных портов допускается подвергать испытаниям по одному порту каждого типа.

10.2.8.2 Испытания на устойчивость к электростатическим разрядам проводить в соответствии с методами ГОСТ Р 51317.4.2. Включить аппаратуру и проверить ее функционирование в соответствии с ТУ.

Выбор испытательных точек.

Для воздействия контактными и воздушными электростатическими разрядами выбирают испытательные точки:

– на элементах индикации, органах управления и любых изолированных и неизолированных точках аппаратуры к которым может прикасаться обслуживающий персонал при обслуживании изделия;

– на корпус аппаратуры.

Испытания прямыми контактными разрядами провести путем последовательной подачи на каждую выбранную точку аппаратуры по десять одиночных электростатических разрядов.

Провести испытания для контактного разряда при напряжениях (± 2) кВ, (± 4) кВ, (± 6) кВ, (± 8) кВ.

Испытания при воздушном разряде провести путем последовательной подачи на каждую выбранную точку аппаратуры по десять одиночных электростатических разрядов при напряжениях (± 2) кВ, (± 4) кВ, (± 8) кВ, (± 15) кВ.

Оценку функционирования аппаратуры в процессе испытаний проводить согласно ТУ.

10.2.8.3 Испытания на устойчивость к радиочастотным электромагнитным полям проводить в соответствии с методами ГОСТ Р 51317.4.3. Включить аппаратуру и проверить ее функционирование в соответствии с ТУ.

Частоту высокочастотного генератора плавно изменять в диапазоне 80 – 6000 МГц со скоростью не более $1,5 \cdot 10^{-3}$ декад/с. Глубина амплитудной модуляции испытательного сигнала – 80 %. Частота модулирующего сигнала – 1 кГц.

Испытания провести при горизонтальной и вертикальной поляризации излучающей антенны с напряжённостью поля 3 В/м, 10 В/м.

Оценку функционирования аппаратуры в процессе испытаний проводить согласно ТУ.

10.2.8.4 Испытания на устойчивость к наносекундным импульсным помехам проводить в соответствии с методами ГОСТ Р 51317.4.4. Включить аппаратуру и проверить ее функционирование в соответствии с ТУ.

Провести испытания при подаче на цепи электропитания и на испытываемые порты аппаратуры импульсов амплитудой 0,5 кВ, 1 кВ, 2 кВ, 4 кВ положительной и отрицательной полярности по схеме «провод-земля» (каждый провод по отдельности и одновременно по всем проводам каждого порта); время воздействия – по одной минуте.

Подключить ёмкостные клещи к ИГ. Кабели, присоединенные к испытываемым портам, поочередно разместить в клещах. Провести испытания при подаче импульсов положительной и отрицательной полярности с амплитудой 0,5 кВ, 1 кВ, 2 кВ, 4 кВ положительной и отрицательной полярности; время воздействия – по одной минуте.

Оценку функционирования аппаратуры в процессе испытаний проводить согласно ТУ.

10.2.8.5 Испытания на устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии проводить в соответствии с

методами ГОСТ Р 51317.4.5. Включить аппаратуру и проверить ее функционирование в соответствии с ТУ. Микросекундные импульсные помехи синхронизировать с частотой сетевого напряжения и подавать в моменты прохождения кривой напряжения через амплитудные значения положительной и отрицательной полярности.

а) Провести испытания при подаче на цепи электропитания и испытываемые порты аппаратуры импульсов длительностью 1/50 мкс амплитудой 0,5 кВ, 1 кВ, 2 кВ, 4 кВ положительной и отрицательной полярности по схеме «провод-земля»; по пять импульсов (с интервалом одна минута). Сигнальные порты подключённые к цепям 220 В и входным ВЧ цепям, испытываются подачей испытательного напряжения на внутренний проводник.

б) Провести испытания при подаче на цепи электропитания и испытываемые порты аппаратуры импульсов длительностью 1/50 мкс амплитудой 0,5 кВ, 1 кВ, 2 кВ положительной и отрицательной полярности по схеме «провод-провод»; по пять импульсов (с интервалом одна минута).

в) Провести испытания при подаче на экранированные кабели, присоединенные к испытываемым портам (по отдельности) поочередно импульсов амплитудой 0,5 кВ, 1 кВ, 2 кВ, 4 кВ положительной и отрицательной полярности по схеме «экран-земля». Количество импульсов каждого типа – пять.

Оценку функционирования аппаратуры в процессе испытаний проводить согласно ТУ.

10.2.8.6 Испытания на устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями проводить в соответствии с методами ГОСТ Р 51317.4.6. Включить аппаратуру и проверить ее функционирование в соответствии с ТУ.

При испытаниях частоту высокочастотного генератора плавно изменять в диапазоне 0,15–80 МГц со скоростью не более $1,5 \cdot 10^{-3}$ декад/с. Глубина амплитудной модуляции испытательного сигнала – 80 %. Частота модулирующего сигнала – 1 кГц. На ИГ установить величину испытательного напряжения 3 В.

Испытания провести путём последовательной подачи на порт электропитания, на порт заземления (через устройство связи/развязки) и на испытываемые порты (через электромагнитные клещи) радиочастотных помех в полосе частот 0,15–80 МГц.

Повторить испытания при величине испытательного напряжения 10 В.

Оценку функционирования аппаратуры в процессе испытаний проводить согласно ТУ.

10.2.8.7 Испытания на устойчивость к магнитному полю промышленной частоты проводить в соответствии с методами ГОСТ Р 50648. Включить аппаратуру и проверить ее функционирование в соответствии с ТУ.

Установить на ИГ режим генерации тока промышленной частоты с величиной, обеспечивающей напряжённость магнитного поля в катушке 3 А/м. Длительность генерации тока – 60 с, необходимое число воздействий – пять с интервалом между ними – одна минута.

Провести испытания аппаратуры на устойчивость к воздействию непрерывного магнитного поля промышленной частоты для трёх взаимно-перпендикулярных положений плоскости катушки (рамки).

Повторить испытания при напряжённости магнитного поля 10 А/м, 30 А/м, 100 А/м.

Установить на ИГ режим генерации тока промышленной частоты с величиной, обеспечивающей напряжённость магнитного поля в катушке 300 А/м. Длительность генерации тока – 3 с, необходимое число воздействий – пять с интервалом между ними одна минута.

Провести испытания аппаратуры на устойчивость к воздействию кратковременного магнитного поля промышленной частоты для трёх взаимно-перпендикулярных положений плоскости катушки (рамки).

Повторить испытания при напряжённости магнитного поля 1000 А/м.

Оценку функционирования аппаратуры в процессе испытаний проводить согласно ТУ.

10.2.8.8 Испытания на устойчивость к импульсному магнитному полю проводить в соответствии с ГОСТ Р 50649. Включить аппаратуру и проверить ее функционирование в соответствии с ТУ.

Установить на ИГ режим генерации импульсов тока с величиной, обеспечивающей напряжённость магнитного поля в катушке 100 А/м. Число импульсов тока при испытаниях – не менее пяти, с интервалом не менее 10 с.

Провести испытания аппаратуры на устойчивость к воздействию импульсного магнитного поля положительной и отрицательной полярности для трёх взаимно-перпендикулярных положений плоскости катушки (рамки).

Повторить испытания при напряжённости магнитного поля 300 А/м, 1000 А/м.

Оценку функционирования аппаратуры в процессе испытаний проводить согласно ТУ.

10.2.8.9 Испытания на устойчивость к затухающему колебательному магнитному полю проводить в соответствии с ГОСТ Р 50652.

Установить режим генерации импульсов тока с величиной, обеспечивающей напряжённость затухающего колебательного магнитного поля (частотой 100 кГц и 1 МГц поочередно) в катушке 10 А/м. Число импульсов тока при испытаниях - не менее 5, длительность воздействия не менее 2 с.

Провести испытания аппаратуры на устойчивость к воздействию импульсного магнитного поля положительной и отрицательной полярности для трёх взаимно-перпендикулярных положений плоскости катушки (рамки).

Повторить испытания при напряженности магнитного поля 30 А/м, 100 А/м.

Оценку функционирования аппаратуры в процессе испытаний проводить согласно разделу ТУ.

10.2.8.10 Испытания на устойчивость к колебательным затухающим помехам проводить в соответствии с методами ГОСТ Р 51317.4.12.

10.2.8.11.1 Испытания на устойчивость к одиночным колебательным затухающим помехам:

– включить аппаратуру и проверить ее функционирование в соответствии с ТУ.

– провести испытания для портов электропитания (AC/DC) и испытываемых портов.

Выбор выходного сопротивления ИГ зависит от условия, чтобы испытательное напряжение на зажимах аппаратуры в условиях нагрузки не уменьшалось более, чем на 50 % в сравнении с напряжением, предусмотренным установленной степенью жёсткости испытаний.

Сигнальные порты, подключённые к цепям 220 В экранированным кабелем и входным ВЧ цепям, испытываются подачей испытательного напряжения на внутренний проводник.

а) Провести испытания при подаче на цепи электропитания аппаратуры одиночных колебательных затухающих помех (частотой 100 кГц) амплитудой 0,25 кВ, 0,5 кВ, 1 кВ, 2 кВ положительной и отрицательной полярности по схеме «провод-провод». Количество импульсов каждого типа – пять; интервал – 10 с.

б) Провести испытания при подаче на цепи электропитания аппаратуры одиночных колебательных затухающих помех (частотой 100 кГц) амплитудой 0,5 кВ, 1 кВ, 2 кВ, 4 кВ положительной и отрицательной полярности по схеме «провод-земля». Количество импульсов каждого типа – пять; интервал – 10 с.

в) Провести испытания при подаче на испытываемые порты ввода-вывода аппаратуры одиночных колебательных затухающих помех (частотой 100 кГц) амплитудой 0,25 кВ, 0,5 кВ, 1 кВ, 2 кВ положительной и отрицательной полярности по схеме «провод-провод». Количество импульсов каждого типа – пять; интервал – 1 с (для выходного сопротивления генератора для 200 Ом) или 10 с (для 12 Ом) или 6 с (для 30 Ом).

г) Провести испытания при подаче на испытываемые порты ввода-вывода аппаратуры одиночных колебательных затухающих помех (частотой 100 кГц) амплитудой 0,5 кВ, 1 кВ, 2 кВ, 4 кВ положительной и отрицательной полярности по схеме «провод-земля». Количество импульсов каждого типа – пять; интервал – 1 с (для выходного сопротивления генератора 200 Ом) или 10 с (для 12 Ом) или 6 с (для 30 Ом).

Оценку функционирования аппаратуры в процессе испытаний проводить согласно ТУ.

– Испытания для экранированных кабелей, подключенных к испытываемым портам.

Провести испытания при подаче на экраны кабелей испытываемых портов (поочередно) аппаратуры одиночных колебательных затухающих помех (частотой 100 кГц) амплитудой 0,5 кВ, 1 кВ, 2 кВ, 4 кВ положительной и отрицательной полярности по схеме «экран-земля». Количество импульсов каждого типа – пять, интервал – 10 с.

Оценку функционирования аппаратуры в процессе испытаний проводить согласно ТУ.

10.2.8.11.2 Испытания на устойчивость к повторяющимся колебательным затухающим помехам

Включить аппаратуру и проверить ее функционирование в соответствии с ТУ.

– Проведение испытаний для портов электропитания, испытываемых портов

Подключить аппаратуру через устройство связи-развязки к ИГ.

Сигнальные порты, подключённые к цепям 220 В экранированным кабелем и входным ВЧ цепям, испытываются подачей испытательного напряжения на внутренний проводник.

а) Провести испытания при подаче на входные цепи электропитания и испытываемые порты аппаратуры повторяющихся колебательных затухающих помех (частотой 100 кГц, 1 МГц) амплитудой 0,25 кВ, 0,5 кВ, 1 кВ положительной и отрицательной полярности по схеме «провод-провод». Количество воздействий каждого типа – пять, время воздействия – по 2 с, интервал – 1 с.

б) Провести испытания при подаче на входные цепи электропитания и испытываемые порты аппаратуры повторяющихся колебательных затухающих помех (частотой 100 кГц, 1 МГц) амплитудой 0,5 кВ, 1 кВ, 2,5 кВ положительной и отрицательной полярности по схеме «провод-земля». Количество воздействий каждого типа – пять; время воздействия – по 2 с; интервал – 1 с.

в) Провести испытания при подаче на экраны кабелей, подключенных к испытываемым портам (поочередно) аппаратуры повторяющихся колебательных затухающих помех (частотой 100 кГц, 1 МГц) амплитудой 0,5 кВ, 1 кВ, 2,5 кВ положительной и отрицательной полярности по схеме «экран-земля». Количество воздействий каждого типа – пять; время воздействия – по 2 с; интервал – 1 с.

Оценку функционирования аппаратуры в процессе испытаний проводить согласно ТУ.

10.2.8.12 Испытания на устойчивость к кондуктивным помехам в полосе частот от 0 до 150 кГц проводить в соответствии с методами ГОСТ Р 51317.4.16.

– Испытания на устойчивость к кондуктивным помехам постоянного тока и на частоте 50 Гц

Включить аппаратуру и проверить ее функционирование в соответствии с ТУ.

Сигнальные порты, подключённые к цепям 220 В экранированным кабелем и входным ВЧ цепям, испытываются подачей испытательного напряжения на внутренний проводник.

а) Провести испытания при подаче на порты электропитания и испытываемые порты длительных напряжений постоянного тока 1 В, 3 В, 10 В, 30 В (при положительной и отрицательной полярности). Входы не задействованных устройств связи-развязки заземляют. Каждое испытание проводят в течение одной минуты.

б) Провести испытания при подаче на порты электропитания и испытываемые порты длительных напряжений на частоте 50 Гц 1 В, 3 В, 10 В, 30 В. Каждое испытание проводят в течение 1 мин.

г) Провести испытания при подаче на порты электропитания и испытываемые порты кратковременных напряжений постоянного тока 3 В, 10 В, 30 В, 100 В, 300 В (при положительной и отрицательной полярности). Входы не задействованных устройств связи-развязки заземляют. Каждое испытание проводят в течение 1 с по три раза.

д) Провести испытания при подаче на порты электропитания и испытываемые порты длительных напряжений на частоте 50 Гц 3 В, 10 В, 30 В, 100 В, 300 В. Каждое испытание проводят в течение 1 с по три раза.

Оценку функционирования аппаратуры в процессе испытаний проводить согласно ТУ.

– Испытания на устойчивость к кондуктивным помехам в полосе частот от 15 Гц до 150 кГц.

Включить аппаратуру и проверить ее функционирование в соответствии с ТУ.

Испытания провести путём последовательной подачи на порты электропитания и испытываемые порты кондуктивных помех в полосе частот:

– 15 Гц – 150 Гц (скорость перестройки частоты не более $1 \cdot 10^{-2}$ декад/с) при напряжении 1 В – 0,1 В (изменение напряжения с коэффициентом 20 дБ/декада);

– 150 Гц – 1,5 кГц (скорость перестройки частоты не более $1 \cdot 10^{-2}$ декад/с) при напряжении 0,1 В;

– 1,5 кГц – 15 кГц (скорость перестройки частоты не более $1 \cdot 10^{-2}$ декад/с) при напряжении 0,1 В – 1 В (изменение напряжения с коэффициентом 20 дБ/декада);

– 15 кГц – 150 кГц (скорость перестройки частоты не более $1 \cdot 10^{-2}$ декад/с) при напряжении 1 В.

Повторить испытания при величине испытательного напряжения увеличенного в три, десять и тридцать раз.

Оценку функционирования аппаратуры в процессе испытаний проводить согласно ТУ.

10.2.8.13 Испытания на устойчивость к изменениям частоты в системах электроснабжения проводить в соответствии с методами ГОСТ Р 51317.4.28.

Включить аппаратуру и проверить ее функционирование в соответствии с ТУ

Провести испытания аппаратуры при относительном изменении частоты (± 3) % (при $t_p = 10$ с), (+ 4) % / (-6) % (при $t_p = 10$ с) и (± 15) % (при $t_p = 1$ с).

t_p – переходной интервал времени, при котором максимальное изменение частоты в течение длительности одного периода должно быть меньше 0,5% от f_n (50 Гц).

Каждое испытание проводят три раза по 120 с с интервалом 60 с.

Оценку функционирования аппаратуры в процессе испытаний проводить согласно ТУ.

10.2.8.14 Испытания на устойчивость к токам кратковременных синусоидальных помех частотой 50 Гц в цепях защитного и сигнального заземления проводить в соответствии с методами ГОСТ Р 50746 п. 4.1.2.13.

Включить аппаратуру и проверить ее функционирование в соответствии с ТУ.

Установить на ИГ режим генерации посылок тока 50 А. Длительность генерации тока – 3 с, период – 1 мин., необходимое число воздействий – 10.

Повторить испытания при токе 100 А, 150 А, 200 А.

Оценку функционирования аппаратуры в процессе испытаний проводить согласно ТУ.

10.2.8.15 Испытания на устойчивость к токам микросекундных импульсных помех в цепях защитного и сигнального заземления проводить в соответствии с методами ГОСТ Р 50746 п. 4.1.2.14. Включить аппаратуру и проверить ее функционирование в соответствии с ТУ.

Установить на ИГ режим генерации импульсов тока 50 А. По 10 импульсов тока положительной и отрицательной полярности, с интервалом не менее 1 мин.

Повторить испытания при токе 100 А, 150 А, 200 А.

Оценку функционирования аппаратуры в процессе испытаний проводить согласно ТУ.

10.2.8.16 Измерение напряжения промышленных радиопомех в цепях питания проводить в соответствии с методами ГОСТ Р 51318.22, ГОСТ Р 51318.11.

Включить аппаратуру и проверить ее функционирование в соответствии с ТУ.

Подключить аппаратуру к эквиваленту сети и включить ее.

Перед началом измерений, плавно перестраивая измеритель напряжения радиопомех в диапазоне частот 0,15-30 МГц, отметить частоты, на которых наблюдаются максимальные уровни радиопомех. При большом их числе выбрать не менее 10 частот с наибольшими уровнями радиопомех.

Провести измерение ИРП на выбранных частотах.

Повторить измерения для «N» провода.

За результат измерения на данной частоте принять наибольшее из полученных значений напряжения радиопомех.

Установить на измерителе напряжения радиопомех режим «AV».

Переключателем эквивалента сети питания подключить для измерения провод «L» входной цепи питания изделия измерителя напряжения радиопомех.

Перед началом измерений, плавно перестраивая измеритель напряжения радиопомех в диапазоне частот 0,15-30 МГц, отметить частоты, на которых наблюдаются максимальные уровни радиопомех. При большом их числе выбрать не менее 10 частот с наибольшими уровнями радиопомех.

Провести измерение промышленных радиопомех на выбранных частотах.

Повторить измерения для «N» провода.

За результат измерения на данной частоте принять наибольшее из полученных значений напряжения радиопомех.

Примечание. Допускается не измерять средние значения напряжения радиопомех (режим «AV»), если измеренные квазипиковые значения меньше нормы для средних значений.

Провести оценку измеренных значений напряжения промышленных радиопомех на соответствие требованиям ГОСТ Р 51318.22 для аппаратуры класса А (Таблица 4.3).

10.2.8.17 Испытания на устойчивость к провалам и кратковременным прерываниям напряжения электропитания переменного тока проводить в соответствии с методами ГОСТ Р 51317.4.11.

Включить аппаратуру и проверить ее функционирование в соответствии с ТУ.

Провести испытания аппаратуры при провалах напряжения электропитания на 30 % U_n длительностью 1 период (20 мс); по пять динамических изменений напряжения (с интервалом не менее 10 секунд) при фазовых углах 90° и 270°.

Провести испытания аппаратуры при провалах напряжения электропитания на 60 % U_n длительностью 10 периодов (200 мс), 25 периодов (500 мс), 50 периодов (1000 мс); по пять динамических изменений напряжения (с интервалом не менее 10 секунд) при фазовых углах 90° и 270°.

Провести испытания аппаратуры при прерываниях напряжения электропитания на 100 % U_n длительностью 5 периодов (100 мс), 10 периодов (200 мс), 25 периодов (500 мс), 50 периодов (1000 мс); по пять динамических изменений напряжения (с интервалом не менее 10 секунд) при фазовых углах 90° и 270°.

Оценку функционирования аппаратуры в процессе испытаний проводить согласно ТУ.

10.2.8.18 Испытания на устойчивость к провалам и прерываниям напряжения электропитания постоянного тока проводить в соответствии с методами МЭК 61000-4-29.

Включить аппаратуру и проверить ее функционирование в соответствии с ТУ.

Провести испытания аппаратуры при провалах напряжения электропитания на 30 % U_n длительностью 1 с, и 60 % U_n длительностью 0,1 с.

Провести испытания аппаратуры при прерываниях напряжения электропитания на 100 % U_n длительностью 0,3 с, 0,5 с.

Повторить каждое из испытаний (провалы, прерывание) по три раза.

Оценку функционирования аппаратуры в процессе испытаний проводить согласно разделу ТУ.

10.2.8.19 Испытания на устойчивость к пульсациям напряжения электропитания постоянного тока проводить в соответствии с методами ГОСТ Р 51317.4.17. Включить аппаратуру и проверить функционирование аппаратуры в соответствии с ТУ.

Провести испытания аппаратуры при частотах пульсаций 50 Гц, 100 Гц, 150 Гц, 300 Гц и размахах пульсации напряжения (по отношению к номинальному напряжению питания) 2 %, 5 %, 10 %; время испытания по 10 минут.

Оценку функционирования аппаратуры в процессе испытаний проводить согласно ТУ.

10.2.8.20 Измерение устойчивости к искажениям синусоидальности напряжения электропитания проводить в соответствии с методами ГОСТ Р 51317.4.13.

Подключить аппаратуру через испытательный генератор. Провести испытания аппаратуры при подаче на входные цепи электропитания напряжения гармоник сети питающего напряжения (в процентах от номинального значения напряжения основной составляющей):

2Г-3 %, 3Г-8 %, 4Г-1.5 %, 5Г-9 %, 7Г-7.5 %, 9Г-2.5 %, 11Г-5 %, 13Г-4.5 %, 17Г-3 %, 19Г, 23Г, 25Г-2 %, 29Г, 31Г, 35Г, 37Г-1.5 % и

2Г-5 %, 3Г-9 %, 4Г-2 %, 5Г-12 %, 6Г-2 %, 7Г-10 %, 8Г-1.5 %, 9Г-4 %, 10Г-8 %, 11Г-7 %, 12Г-1.5 %, 13Г-7 %, 14Г-1.5 %, 15Г-3 %, 16Г-1.5 %, 17Г-6 %, 18Г-1.5 %, 19Г-6 %, 20Г-1.5 %, 21Г-2 %, 22Г-1.5 %, 23Г-6 %, 24Г-1.5 %, 25Г-6 %, 26Г-1.5 %, 27Г-2 %, 28Г-1.5 %, 29Г-6 %, 30Г-1.5 %, 31Г-3 %, 32Г-1.5 %, 33Г-2 %, 34Г-1.5 %, 35Г-3 %, 36Г-1.5 %, 37Г-3 %, 38Г-1.5 %, 39Г-2 %, 40Г-1.5 %;

гармоническое напряжение каждой частоты прикладывают в течение 5 секунд с интервалом 1 секунда.

Провести испытания аппаратуры при подаче на входные цепи электропитания напряжения гармонических составляющих, расположенных между частотами гармоник /интергармоники/ (в процентах от номинального значения напряжения основной составляющей):

16-100 Гц (шаг 0,1f) - 2.5 %, 100-500 Гц (шаг 0,2f) – 5 %, 500-750 Гц (шаг 0,2f) - 3.5 %, 750-1000 Гц (шаг 0,2f) – 2 %, 1000-2000 Гц (шаг 0,5f) -1.5 % и

16-100 Гц (шаг 0,1f) – 4 %, 100-500 Гц (шаг 0,2f) – 9 %, 500-750 Гц (шаг 0,2f) – 5 %, 750-1000 Гц (шаг 0,2f) – 3 %, 1000-2000 Гц (шаг 0,5f) – 2 %;

воздействие на каждой частоте осуществляют в течение 5 секунд с интервалом 1 секунда.

10.2.8.21 Измерение напряжённости поля промышленных радиопомех проводить в соответствии с методами ГОСТ Р 51318.22. Включить аппаратуру и проверить ее функционирование в соответствии с ТУ.

Для испытаний применяются: измеритель напряжённости поля радиопомех, антенны измерительные.

Аппаратуру разместить в безэховой камере на расстоянии 3 м от измерительной антенны.

Перед началом измерений выбрать не менее 10 частот с наибольшими уровнями радиопомех следующим образом:

- плавно перестраивая измеритель напряжённости радиопомех в диапазоне частот 30 – 8000 МГц при горизонтальной поляризации приёмной антенны, отметить частоты, на которых наблюдаются максимальные уровни радиопомех;

- повторить сканирование диапазона частот при вертикальной поляризации приёмной антенны.

Провести измерение промышленных радиопомех на выбранных частотах.

Измерения на каждой частоте проводить следующим образом:

- установить антенну на высоте два – три метра;
- поворачивая поворотную подставку, найти положение испытуемого устройства, при котором показание измерителя напряжённости радиопомех будет наибольшим;

- плавно изменяя высоту установки антенны, в пределах один – четыре метра, найти максимальное показание вольтметра.

За результат измерения на каждой частоте принимается наибольшее из двух полученных значений (при горизонтальной и вертикальной поляризации антенн).

По окончании измерений пересчитать полученные значения напряжённости поля радиопомех для расстояния между измерительной антенной и аппаратурой, равным 10 м.

Пересчёт осуществляется по формуле 10.3:

$$E_{10} = E_3 - 10, \quad (10.3)$$

где E_{10} – расчётное значение напряжённости поля радиопомех на расстоянии $R = 10$ м;

E_3 – измеренное значение напряжённости поля радиопомех на расстоянии $R = 3$ м.

Провести оценку измеренных значений напряжённости поля создаваемых аппаратурой радиопомех на соответствие требованиям ГОСТ Р 51318.22 для аппаратуры класса А (Таблица 4.3).

10.2.8.22 Измерение на устойчивость к колебаниям напряжения электропитания проводить в соответствии с методами ГОСТ Р 51317.4.14.

Провести испытания аппаратуры при колебаниях напряжения электропитания при длительности ступенчатых изменений напряжения две секунды, периоде повторения пять секунд (начало периодов при фазовом угле 270°). По три последовательности ступенчатых изменений напряжения с интервалом 60 с.

10.2.9 Испытание систем мониторинга, регистрации и сигнализации (п. 4.9) производятся в процессе проверки функционирования аппаратуры по пунктам ТУ. Проверка взаимодействия с АСУ ТП (п. 4.9) выполняется по ТД.

10.2.10 Для проверки ПО и ИЧМ (п. 4.10) выполняется конфигурирование параметров аппаратуры, чтение журнала событий на своем и удаленном концах канала с помощью внешнего ПК.

10.2.11 Проверку аппаратуры на надежность (п. 4.11) проводят методом наблюдения в условиях эксплуатации по плану испытаний в соответствии с ГОСТ 27.410 последовательным методом контроля для экспоненциального распределения наработки между отказами. Параметры плана испытаний определяют по ГОСТ 27.410. По параметрам плана испытаний строят график последовательных испытаний - зависимость числа отказов от суммарной наработки. Результаты испытаний положительны, если график последовательных испытаний достигает линии соответствия.

Проверку на соответствие требованиям по времени восстановления производят методом наблюдений в условиях эксплуатации на основании информации, предоставляемой эксплуатационными предприятиями. Информация должна содержать данные о количестве отказов и о времени их устранения за отчетный период.

10.2.12 Соответствие аппаратуры требованиям конструкторской документации (п. 4.12) проверяют внешним осмотром и сличением с конструкторской документацией.

10.2.13 Пункты технических требований пункты (4.13-4.16) СТО проверять по ТД.

10.3 Проверка общих требований к параметрам аппаратуры

10.3.1 Выполнение требований пункты (5.1–5.6, 5.10-5.12, 5.16) проверяется по ТД.

10.3.2 Затухание несогласованности входного сопротивления ВЧ окончаний по отношению к его номинальному значению $Z_n=R_n$ (п. 5.7) при известных значениях входного сопротивления ВЧ входа/выхода $Z_{вх}$ (комплексное значение) определяется по формуле:

$$a_{нс} = 20 \lg \left| \frac{Z_{вх} + Z_n}{Z_{вх} - Z_n} \right|. \quad (10.4)$$

Затухание несогласованности рекомендуется измерять в схеме рисунка 10.4. Сопротивление Z_H должно быть равно номинальному значению входного сопротивления, а внутреннее сопротивление генератора рекомендуется выбирать равным нулю. Затухание асимметрии полуобмоток трансформатора относительно средней точки должно быть не менее 40 дБ.

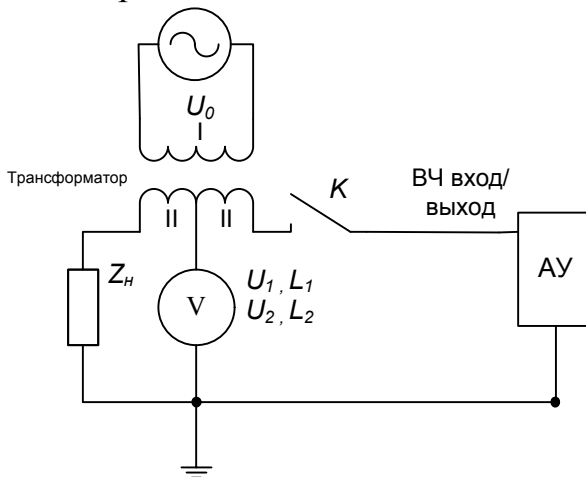


Рисунок 10.4 Схема измерения затухания несогласованности ВЧ окончаний аппаратуры

Селективным вольтметром V измеряются напряжения U_1 и U_2 соответственно при выключателе K в позициях «выкл» и «вкл». Напряжение генератора U_0 должно поддерживаться одинаковым в обоих положениях выключателя. Затухание несогласованности рассчитывается с использованием результатов измерений по формуле:

$$a_{нс} = 20Lg \frac{U_1}{U_2} = L_1 - L_2, \text{ дБ.} \quad (10.5)$$

Измерение должно быть выполнено на нескольких частотах в пределах полосы передачи (приёма) аппаратуры, включая нижнюю и верхнюю граничные частоты полос.

10.3.3 Затухание асимметрии симметричного ВЧ окончания относительно земли (п. 5.8) измеряется в схеме рисунка 10.5 при частоте генератора Γ , равной 50 Гц. Затухание асимметрии полуобмоток дросселя Др относительно средней точки должно быть не менее 40 дБ. Сопротивление Z_H должно быть равно номинальному значению входного сопротивления аппаратуры. Измеряются напряжения U_1 и U_2 .

Затухание асимметрии рассчитывается с использованием результатов измерений по формуле:

$$a_{асимм} = 20 Lg \frac{U_1}{U_2}, \text{ дБ} \quad (10.6)$$

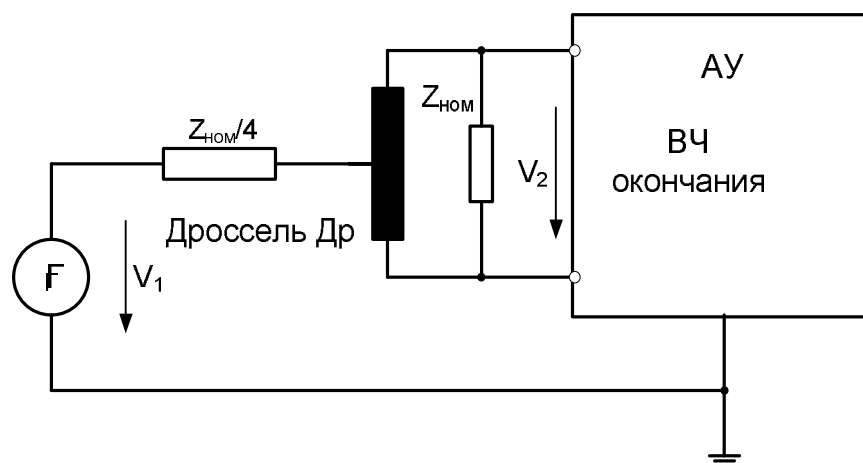


Рисунок 10.5 Схема измерения затухания асимметрии ВЧ окончаний аппаратуры

10.3.4 Затухание, вносимое в тракт параллельно включенной аппаратуры (п. 5.9), измеряется в схеме рисунка 10.6.

Используется измерительный генератор с внутренним сопротивлением, равным значению номинального входного сопротивления аппаратуры Z_n .

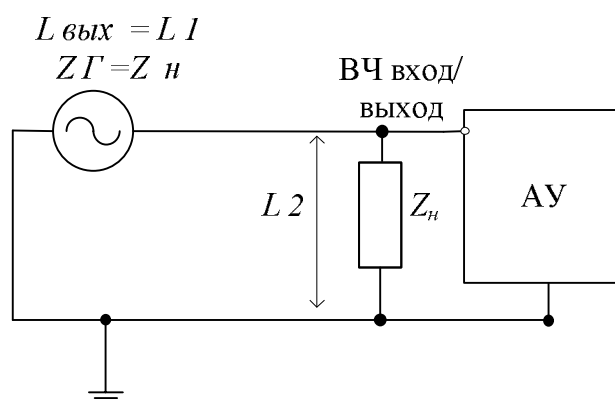


Рисунок 10.6 Схема измерения затухания от шунтирующего действия аппаратуры

Фиксируется установленный уровень генератора L_1 и уровень L_2 , измеренный на входе аппаратуры.

Затухание от шунтирующего действия рассчитывается с использованием результатов измерений по формуле:

$$a_{ш} = L_1 - L_2, \quad \text{дБ} \quad (10.7)$$

Если внутреннее сопротивление используемого генератора не равно номинальному сопротивлению аппаратуры, то для измерений создается схема эквивалентного генератора с заданным внутренним сопротивлением $Z_n = R_n$, и $L_{ЭДС} = L_0 = (L_1 + 6)$ дБм, показанная на рисунке 10.2,а.

В этом случае с учетом (10.2) вносимое затухание рассчитывается с использованием результатов измерений уровней L_0 и L_2 по формуле:

$$a_{ш} = L_{ЭДС} - 6 - L_2, \quad \text{дБ} \quad (10.7,а)$$

10.3.5 Спектр передаваемых сигналов (п. 5.13) измеряется в одной из схем рисунка 10.7 в полосе частот передачи. Сопротивление Z_n в схеме рисунка 10.7, а должно быть равно номинальному значению входного сопротивления аппаратуры. В схеме рисунка 10.7, б затухание ИЛ должно быть установлено не менее 30 дБ.

В качестве измерительного прибора рекомендуется использовать анализатор спектра (АС). Во время измерений должны передаваться все сигналы.

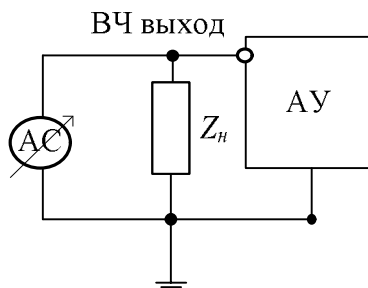


Рисунок 10.7, а Схема измерения спектра передаваемых сигналов

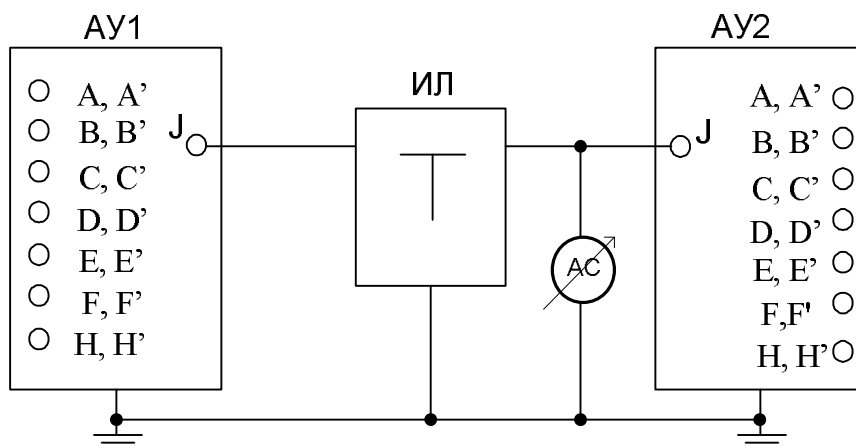


Рисунок 10.7, б Схема измерения спектра передаваемых сигналов при соединении в канал

10.3.6 Уровень внеполосного спектра аппаратуры (п. 5.14) измеряется в схеме рисунка 10.7 с помощью анализатора спектра в полосах частот, указанных в Таблице 5.1. Во время измерений должны передаваться все сигналы.

10.3.7 Уровень паразитных излучений (п. 5.15) измеряется в схеме рисунка 10.7, а или б с помощью анализатора спектра в полосах частот, указанных в Таблице 5.2.

Методика проверки зависит от типа аппаратуры и от значения номинальной полосы.

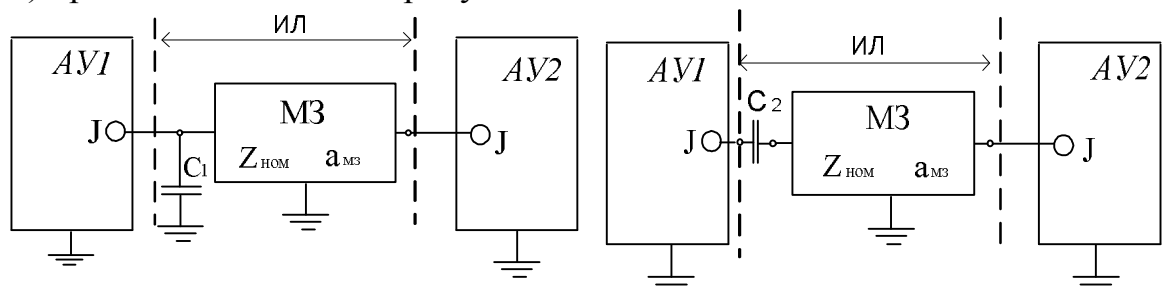
10.3.7.1 Для комбинированной аппаратуры с ЧРС и комплексной аппаратуры проверка производится с использованием схем рисунка 10.7, а или б. Методика измерений зависит от значения номинальной полосы частот аппаратуры.

– **Номинальная полоса частот 4 кГц.** Для измерения на разные НЧ входы передатчика канала ТЧ подаются два синусоидальных сигнала. Частоты сигналов F_1 и F_2 должны быть 350 Гц и 3300 Гц. Уровни двух сигналов на ВЧ выходе аппаратуры должны быть одинаковыми и на 6 дБ ниже пикового уровня огибающей. Измерения уровней выходных сигналов и паразитных излучений производится на ВЧ выходе, нагруженном на резистор с сопротивлением, равным номинальному сопротивлению аппаратуры.

– **Номинальная полоса частот $n \times 4$ кГц.** Устанавливается конфигурация, при которой вся номинальная полоса частот смешанной аппаратуры используется для работы с ЧРС. На НЧ вход каждой из полос ТЧ по 4 кГц подаются синусоидальные сигналы с частотой 2000 Гц. Напряжение каждого из сигналов должно быть таким, чтобы уровни этих сигналов на ВЧ выходе аппаратуры были бы на $20 \lg n$ дБ ниже пиковой мощности огибающей. Измерения уровней выходных сигналов и паразитных излучений производится на ВЧ выходе, нагруженном на резистор с сопротивлением, равным номинальному сопротивлению аппаратуры.

10.3.7.2 Для аппаратуры с ВРС и для УПАСК. Проверка производится с использованием схемы рисунка 10.7, а. Методика измерений повторяет методику проверки по п. 10.3.7.1 с тем отличием, что сигналы подаются на вход усилителя мощности, а частоты этих сигналов, располагающихся в ВЧ спектре, должны соответствовать тональным частотам, оговоренным в п. 10.3.7.1.

10.3.8 Тестирование работы аппаратуры при разбалансировке ДС (п. 5.17) производится в схеме рисунка 10.8.



а) при модуле входного сопротивления ИЛ ниже номинального

б) при модуле входного сопротивления ИЛ выше номинального

Рисунок 10.8 Схема для проверки канала при рассогласованной ДС

Перед проведением испытаний дифсистемы терминалов АУ1 и АУ2 должны быть сбалансированы с номинальным сопротивлением МЗ (75 Ом).

При проведении испытаний по каналу в обе стороны должны передаваться все предусмотренные аппаратурой сигналы.

Величину ёмкости конденсатора выбирают с учетом средней частоты полосы частот передачи для АУ1 по формулам, приведенным в Таблице 10.3.1 (частота в кГц).

Таблица 10.3.1

| Передача сигналов РЗПА | Формулы для определения величин | | |
|------------------------|---------------------------------|-------------|-------------------------|
| | C_1, Φ | C_2, Φ | $a_{ИЛ}, \text{дБ}$ |
| Нет | $C=3,44/f$ | $C=1,31/f$ | $a_{ИЛ} = a_{МЗ} + 2,2$ |
| Есть | $C=8,74/f$ | $C=0,52/f$ | $a_{ИЛ} = a_{МЗ} + 7,2$ |

Затухание МЗ должно быть установлено таким, чтобы затухание ИЛ совместно с включенным конденсатором (см. формулу в таблице) соответствовало:

а) при проверке аппаратуры без возможности передачи аварийных сигналов и команд значению, определенному по формуле (10.1);

б) при проверке аппаратуры с возможностью передачи аварийных сигналов и команд – так же значению, определенному по формуле (10.1), и, кроме того, значение при котором уровень принимаемого сигнала команды равен чувствительности приемника для сигнала команды. В обоих случаях аппаратура должна осуществлять передачу/прием команд по несколько раз с заданными параметрами.

10.4 Проверка частных требований к параметрам аппаратуры с ЧРС

10.4.1 Выполнение требований пунктов (6.1, 6.8) проверяется по ТД.

10.4.2 Выходные уровни всех сигналов пункты (6.2 и 6.3) измеряются в схеме рисунка 10.7 (а или б) с помощью анализатора спектра или селективного измерителя уровня. При измерении по схеме рисунка 10.7, б затухание ИЛ должно быть установлено не менее 30 дБ.

10.4.3. Допустимый уровень мешающего сигнала (п. 6.4) определяется в схеме рисунка 10.9.

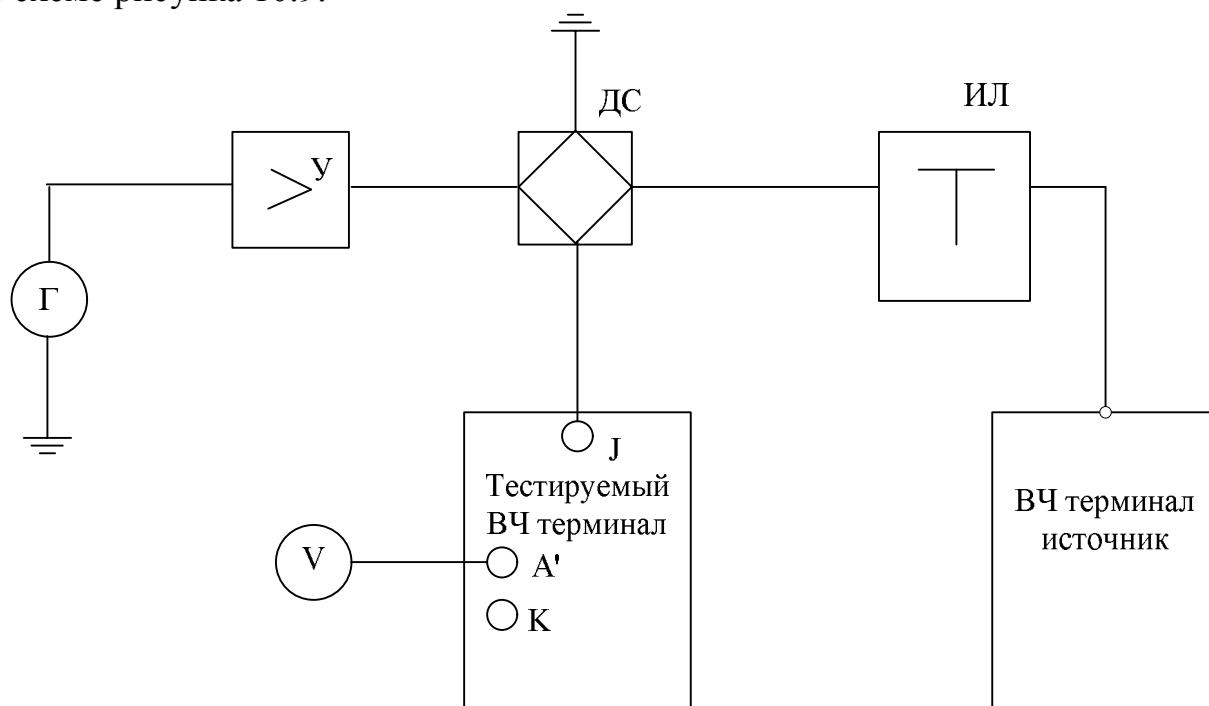


Рисунок 10.9 Схема для проверки селективности аппаратуры ЧРС

Затухание ИЛ устанавливается в соответствии с формулой (10.1). Уровни мешающих сигналов определяются в точке J. Уровень помех измеряется в точке А'. Уровень влияющего сигнала определяется относительно сигнала приёма основного из передаваемых сигналов (обычно, сигнал речи). При тесте передаётся сигнал (сигналы) КЧ.

10.4.4 Проверка работы АРУ, пункты (6.5, 6.6), производится в схеме рисунка 10.7, б. Вместо анализатора спектра (АС) используется селективный вольтметр. Чувствительность и пределы работы АРУ определяются для терминала АУ2. Последовательность действий следующая.

- Затухание искусственной линии (ИЛ) устанавливается в соответствии с формулой (10.1).

- В терминале АУ2 устанавливается конфигурация, соответствующая максимальной чувствительности по АРУ.

- В канале от терминала АУ1 к терминалу АУ2 передаётся сигнал КЧ и сигнал ТЧ с частотой 1020 Гц и уровнем, равным номинальному.

- Измеряется уровень приёма канала ТЧ терминала АУ2 (точка А'). Он должен быть равным номинальному значению.

- Снимают сигнал 1020 Гц и в точке А', измеряется уровень собственных шумов аппаратуры. Он должен быть не больше (-55) дБм0п.

- Постепенно увеличивают затухание ИЛ до тех пор, пока уровень собственных шумов в точке А' не станет равным (-35) дБм0п.

- Восстанавливают сигнал 1020 Гц. Его уровень в точке А' не должен отличаться от номинального более, чем на 0,5 дБ. Запоминается значение затухание ИЛ ($a_{ИЛ1}$).

- Постепенно уменьшают затухание ИЛ до тех пор, пока уровень приёма на выходе канала ТЧ не увеличится на 0,5 дБ. Запоминается затухание ИЛ ($a_{ИЛ2}$).

- Затухание ИЛ устанавливают равным $a_{ИЛ1}$, отключают от терминала АУ2, нагружают ИЛ на её характеристическое сопротивление и измеряют уровень КЧ. Этот уровень соответствует уровню чувствительности по АРУ.

- Пределы работы АРУ определяются, как разность затуханий $a_{ИЛ1}$ и $a_{ИЛ2}$.

10.4.5 Параметры канала ТЧ (п. 6.7) проверяются следующим образом.

10.4.5.1 Проверка параметров аппаратуры и канала для двухпроводных окончаний канала речи в силу особенностей, связанных с наличием напряжения на этих окончаниях, следует производить специализированными приборами (системами).

10.4.5.2 Проверка следующих параметров: время задержки (п. 6.7.1), разность частот (п. 6.7.2), собственные шумы (п. 6.7.3), гармонические искажения (п. 6.7.4), переходные затухания между каналами в надтональном спектре и каналом речи (п. 6.7.14) и переходные затухания между каналами

ТЧ в многоканальной аппаратуре (п. 6.7.15) производится в схеме рисунка 10.7, б при затухании ИЛ, установленным в соответствии с формулой (10.1). Сигналы, передаваемые и принимаемые при тестировании, и точки, между которыми производятся измерения, должны соответствовать тем, которые указаны в тексте проверяемого пункта.

10.4.5.3 Проверка затухания несогласованности (п. 6.7.5) производится в схеме рисунка 10.10, являющейся аналогом схемы рисунка 10.4. Сопротивление Z_n принимается равным 600 Ом. Методика измерений и получения измеренного значения затухания несогласованности такая же, как описанная в п. 10.3.2.

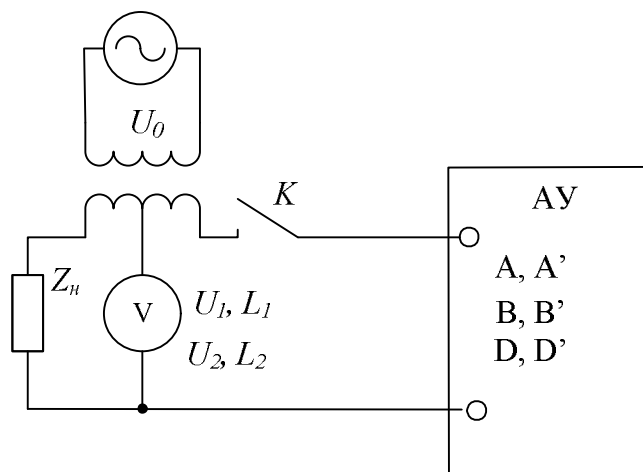
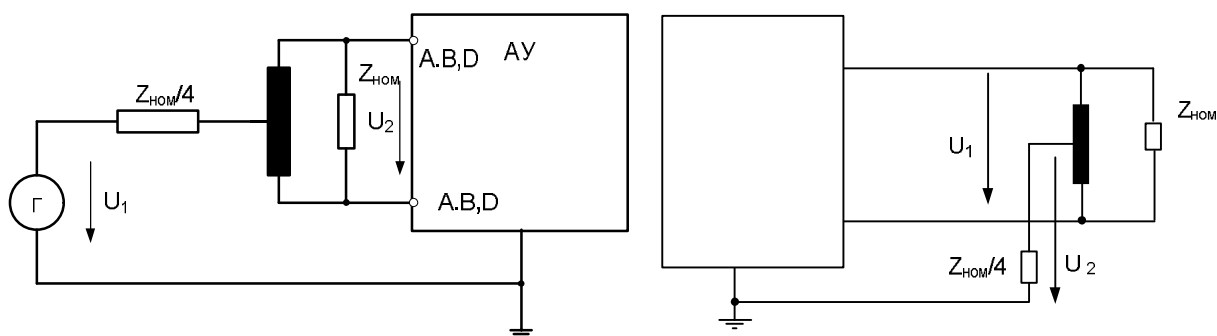


Рисунок 10.10 Схема измерения затухания несогласованности НЧ окончаний

10.4.5.4 Проверка затухания асимметрии (п. 6.7.6) производится в схеме рисунка 10.11, а (для интерфейса передачи в канал) и б (для интерфейса приёма из канала). Сопротивление Z_n принимается равным 600 Ом. При измерении по схеме рисунок 10.11, а, источником сигнала является внешний генератор. При измерении по схеме рисунок 10.11, б, источником является сигнал, принимаемый из канала. Затухание асимметрии определяется по результатам измерения напряжений U_1 и U_2 по формуле (10.5).



а) для интерфейса передачи в канал

б) для интерфейса приёма из канала

Рисунок 10.11 Схема измерения затухания асимметрии НЧ окончаний

10.4.5.5 Проверка работы ограничителя (п. 6.7.7) производится в схеме рисунка 10.7, а или 10.7, б. Для проверки сигнал подается в точку А проверяемого терминала и измеряется в точке J того же терминала. Вместо анализатора спектра должен быть использован широкополосный измеритель среднеквадратичного напряжения сигнала.

10.4.5.6 Проверка характеристик АЧХ остаточного затухания и ГВП (п. 6.7.9) производится в схеме рисунка 10.7, б при затухании ИЛ, определённом по формуле (10.1). При измерении уровень передачи сигнала ТЧ должен устанавливаться на 10 дБ ниже номинального.

10.4.5.7 Проверка требований по пунктам (6.7.8, 6.7.10, 6.7.11, 6.7.12, 6.7.13 и 6.7.16) производится по ТД.

10.4.6 Требования к передаче сигналов и команд УПАСК (п. 6.9) проверяются следующим образом.

10.4.6.1 Выполнение требований пунктов (6.9.1, 6.9.3, 6.9.4, 6.9.6, 6.9.7 и 6.9.8) проверяется по ТД.

10.4.6.2 Чувствительность по сигналу команд (п. 6.9.2) и минимально допустимый уровень приема (п. 6.9.9) проверяются в схеме рисунка 10.7, б. К примеру, проверка терминала АУ2 выполняется в следующей последовательности.

- Затухание ИЛ $a_{ИЛ1}$ устанавливается в соответствии с формулой (10.1);

- По каналу от АУ1 к АУ2 не менее 100 раз передается команда и фиксируется её приём.

- Затухание ИЛ увеличивается до того максимального значения, при котором все переданные команды ещё принимаются. Полученное значение затухания ИЛ $a_{ИЛ2}$ фиксируется.

- ИЛ отключают от терминала АУ2, нагружают ИЛ на её характеристическое сопротивление и измеряют уровень сигнала команды. Этот уровень соответствует уровню чувствительности АУ2 по сигналу команды.

- Подключить ИЛ к входу АУ2, установить затухание ИЛ на 3 дБ больше, чем $a_{ИЛ2}$. Передать команды от АУ1 к АУ2 и убедиться, что они не принимаются.

10.4.6.3 Проверка параметров по (п. 6.9.5) (требования к встроенному блоку РЗПА) описана в разделе 10.7.4 .

10.4.6.4 Проверка параметров по (п. 6.9.10) (минимально допустимый уровень приёма и максимально допустимый уровень синусоидальной помехи без системы ШОУ).

Проверка выполнения требований пункта производится в схеме рисунок 10.7, б, в следующей последовательности:

- Затухание ИЛ $a_{ИЛ1}$ устанавливается в соответствии с формулой (10.1);

- Система АРУ тракта приёма команд переводится в фиксированное положение и устанавливается в положении, соответствующее установленному затуханию ИЛ.

- Программными средствами устанавливается требуемое значение снижения уровня приема (от 8 до 22 дБ).

- По каналу не менее 100 раз передаётся команда и фиксируется её приём.

- Затухание ИЛ увеличивается до того максимального значения, при котором все команды ещё принимаются. Полученное значение затухания ИЛ $a_{ИЛ2}$ фиксируется. Разность между значениями $a_{ИЛ2}$ и $a_{ИЛ1}$ должна быть равна программно установленному значению.

- Затухание ИЛ увеличивается на 3 дБ и убеждаются в том, что передаваемые команды не принимаются.

10.4.6.5 Проверка параметров по (п. 6.9.11) (требования к параметрам аппаратуры при передаче команд) описана в разделе 10.7.

10.5 Проверка частных требований к параметрам аппаратуры с ВРС

10.5.1 Выполнение требования п. 7.1 проверяется по ТД.

10.5.2 Коэффициент ошибок (п. 7.2) измеряется в канале, организованном по схеме рисунка 10.12, а. Затухание ИЛ определяется по формуле (10.1).

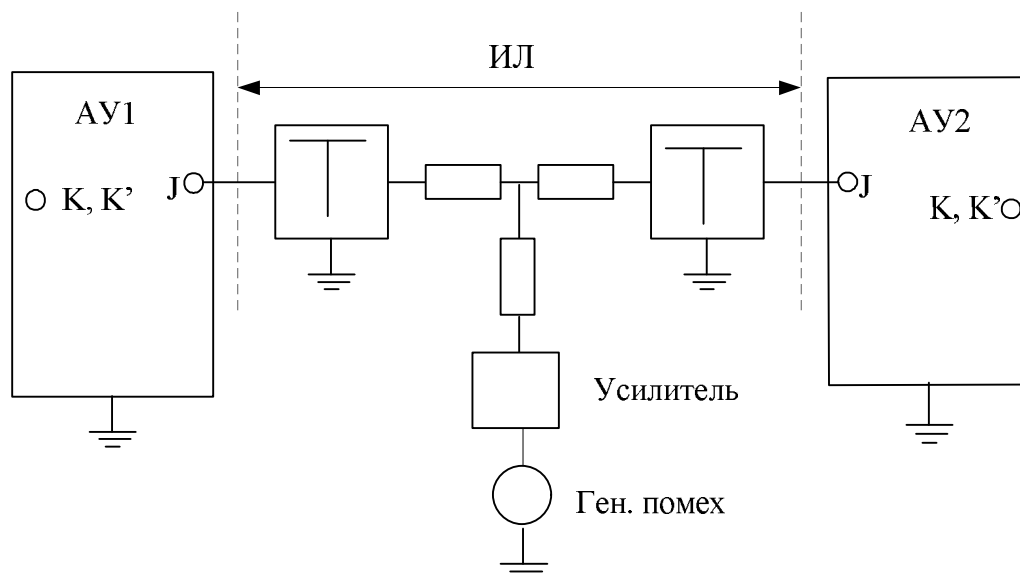


Рисунок 10.12, а Схема измерения параметров цифрового канала

В качестве генератора помех используется генератор белого шума. По каналу передаётся ЦП с заданной скоростью. Уровень помех устанавливается таким, чтобы коэффициент ошибок был равен нормируемому. Соотношение С/П определяется как разность между уровнями сигнала ЦП и помехи, определёнными на входе АУ2. Уровень сигнала ЦП определяется как

среднеквадратичный уровень в полосе частот, занимаемой ЦП. В этой же полосе частот определяется уровень помехи типа белого шума.

10.5.3 Время задержки сигналов группового цифрового потока (п. 7.3) измеряется в канале, организованном по схеме рисунка 10.12, а. Затухание ИЛ определяется по формуле (10.1).

10.5.4 Время готовности канала к работе после включения (п. 7.4) измеряется в канале, организованном по схеме рисунка 10.12, а. Затуханием ИЛ определяется по формуле (10.1).

Устанавливается работа канала с передачей ЦП с максимальной для данной конфигурации скоростью. Уровень помех устанавливается таким, чтобы коэффициент ошибок был равен нормируемому. После этого с одного из терминалов снимается питание. Затем питание включается и фиксируется время, за которое канал будет готов к работе.

10.5.5 Время восстановления работающего канала после потери синхронизации (п. 7.5) измеряется в канале по схеме рисунка 10.12, а. Затухание ИЛ определяется по формуле (10.1).

Устанавливается работа канала с передачей ЦП с максимальной для данной конфигурации скоростью. Уровень помех устанавливается таким, чтобы коэффициент ошибок был равен нормируемому. После этого затухание ИЛ скачкообразно увеличивают на величину, при которой нарушается синхронизация (например, 20 дБ) и уменьшают это затухание до исходного состояния. Фиксируется время, за которое канал готов к работе.

10.5.6 Уровень выхода каждого из сигналов. Пункты (7.6, 7.7), измеряется в схеме рисунка 10.7, б, при затухании ИЛ не менее 30 дБ. Измерение уровня для сигналов КЧ производится селективным измерителем уровня. Уровень сигнала ЦП должен измеряться анализатором спектра, как среднеквадратичное значение сигнала (RMS значение сигнала ЦП), усредненное за достаточно большой интервал времени.

10.5.7 Спектр сигнала вне номинальной полосы частот (п. 7.8) измеряется в схеме рисунка 10.7, б. Затухание ИЛ не менее 30 дБ. Во время измерений должны передаваться сигналы КЧ и ЦП. Среднеквадратичный (RMS) уровень спектра сигнала ЦП вне номинальной полосы частот передачи определяется с помощью анализатора спектра.

10.5.8 Работа АРУ, пункты (7.9, 7.10), проверяется в схеме рисунка 10.7, б. Вместо анализатора спектра используется селективный вольтметр. Чувствительность и пределы работы АРУ определяются для терминала АУ2.

Последовательность действий следующая:

- Затухание ИЛ устанавливается в соответствии с формулой (10.1).
- В терминале АУ2 устанавливается конфигурация, соответствующая максимальной чувствительности по АРУ.
- В канале от терминала АУ1 к терминалу АУ2 передается сигнал КЧ и сигнал ЦП с максимальной (для установленной конфигурации аппаратуры) скоростью.

– Проверяется, что ЦП передаётся с необходимыми параметрами (коэффициент ошибок не более 10^{-7}).

– Увеличивают затухание ИЛ ступенями, не вызывающими прерывание передачи цифрового потока или изменения его скорости, до тех пор, пока коэффициент ошибок не станет 5×10^{-7} . Запоминается получающееся при этом затухание ИЛ ($a_{ИЛ1}$).

– Теми же ступенями уменьшают затухание ИЛ до тех пор, пока коэффициент ошибок не станет 5×10^{-7} . Запоминается получающееся при этом затухание ИЛ ($a_{ИЛ2}$).

– Затухание ИЛ устанавливают равным $a_{ИЛ1}$, отключают от терминала АУ2, нагружают ИЛ на её характеристическое сопротивление и измеряют уровень КЧ. Этот уровень соответствует уровню чувствительности по АРУ.

– Пределы работы АРУ определяются, как разность затуханий $a_{ИЛ1}$ и $a_{ИЛ2}$.

10.5.9 Допустимое значение скачкообразного изменения затухания ИЛ (п. 7.11) определяется в схеме рисунка 10.7, б. Вместо анализатора спектра используется селективный вольтметр.

Последовательность действий следующая:

– Затухание ИЛ устанавливается в соответствии с формулой (10.1).

– Затухание ИЛ увеличивается скачком на 0,5 дБ. Убеждаются, что передача ЦП не нарушается. Восстанавливают исходное затухание ИЛ.

– Последовательно увеличивают величину скачка затухания ИЛ на 0,5 дБ по сравнению с предыдущим измерением до тех пор, пока передача ЦП не нарушится.

– Фиксируется максимальное значение скачка затухания ИЛ, при котором передача ЦП ещё не нарушается.

10.5.10 Допустимая величина мешающего синусоидального сигнала (п. 7.12) определяется в канале, организованном по схеме рисунка 10.12, а. Затухание ИЛ определяется по формуле (10.1).

В качестве генератора помех используется генератор синусоидальных сигналов. По каналу передаётся ЦП с заданной скоростью. Частота сигнала источника помех «качается» в пределах номинальной полосы частот приема цифрового канала.

Уровень помех устанавливается таким, чтобы коэффициент ошибок ЦП был равен 10^{-7} . Допустимое соотношение С/П определяется как разность между уровнем приёма сигнала ЦП и уровнем помехи, измеренных на входе аппаратуры АУ2. Уровень сигнала ЦП определяется как среднеквадратичный уровень в полосе частот, занимаемой ЦП.

10.5.11 Допустимая величина искажения затухания и ГВП ВЧ тракта (п. 7.13) определяется в канале, организованном по схеме рисунка 10.12, б.

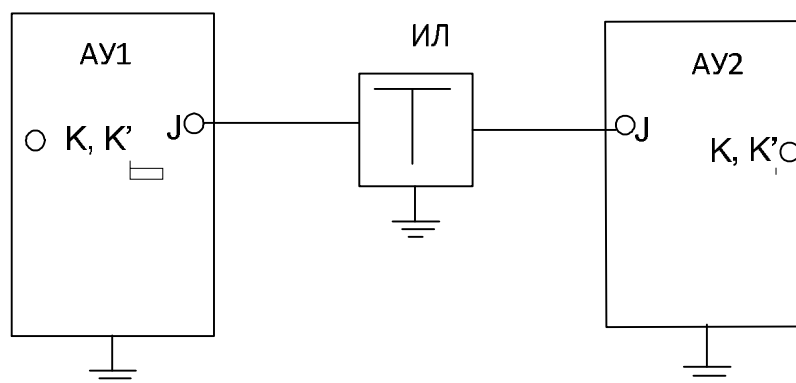


Рисунок 10.12, б Схема измерения допустимой величины искажения параметров ВЧ тракта цифрового канала

Затухание ИЛ определяется по формуле (10.1).

Указанное искажение затухания и ГВП ВЧ тракта заменяется соответствующим предыскажением сигнала передатчика (например, АУ1) с помощью встроенного тестового режима работы передатчика аппаратуры АУ1. Порядок проверки выполнения требования следующий:

- Устанавливается работа канала с передачей ЦП с максимальной для данной конфигурации скоростью. Коэффициент ошибок при передаче ЦП от АУ1 к АУ2 не должен превышать 10^{-8} .

- вводится предыскажение в передатчик АУ1. От АУ1 к АУ2 осуществляется передача ЦП с максимальной для данной конфигурации скоростью передачи ЦП при введённых предыскажениях. Коэффициент ошибок не должен превышать 10^{-7} .

10.5.12 Допустимые уровни мешающих сигналов (п. 7.14) определяются по схеме рисунка 10.9. Затухание ИЛ устанавливается в соответствии с формулой (10.1).

Метод определения соответствует п. 10.4.3, но критерием допустимости уровня мешающего сигнала является коэффициент ошибок ЦП, равный 10^{-7} , а не уровень помех на выходе канала НЧ, как в п. 10.4.3. Кроме того, уровень влияющего сигнала определяется относительно сигнала приёма ЦП. При тесте передаётся сигнал КЧ и ЦП.

10.5.13 Проверка выполнения требования п. 7.16.1 производится в соответствии с пунктами 10.4.5.3, 10.4.5.4, 10.4.5.5 и 10.4.5.7.

10.5.14 Проверка выполнения требования п. 7.16.2 производится в схеме рисунка 10.12,б. Затухание ИЛ устанавливается в соответствии с формулой (10.1). Проверка производится в соответствии с рекомендациями производителя, выпускающего прибор для определения качества речи по критерию MOS.

10.5.15 Проверка выполнения требования п. 7.16.3 производится в схеме рисунка 10.12, б. Затухание ИЛ устанавливается в соответствии с формулой (10.1). Проверка производится контролем прохождения по каналу речи сигналов тонального набора типа DTMF и АДАСЭ при наборе номера.

10.5.16 Проверка выполнения требования п. 7.16.4 производится в схеме рисунка 10.12, б. Затухание ИЛ устанавливается в соответствии с формулой (10.1). Проверка производится подачей в канал речи одиночного кратковременного импульса и измерением осциллографом времени между фронтами подаваемого и принимаемого импульсов.

10.6 Проверка частных требований к параметрам аппаратуры каналов ВЧ защит

10.6.1 Выполнение требований, пункты (8.1-8.6, 8.7.4), проверяется по ТД.

10.6.2 В нижеследующих пунктах (8.7-8.15, 8.17) проверка проводится по схеме рисунка 10.13. При этом сначала используются передатчик № 1 и приемник № 2, а затем, они меняются местами. В схеме рисунка 10.13 установить затухание ИЛ из расчета, чтобы уровни принимаемых сигналов на входах приемопередатчиков № 1 и № 2 были на 8 дБ выше номинального значения чувствительности приемников.

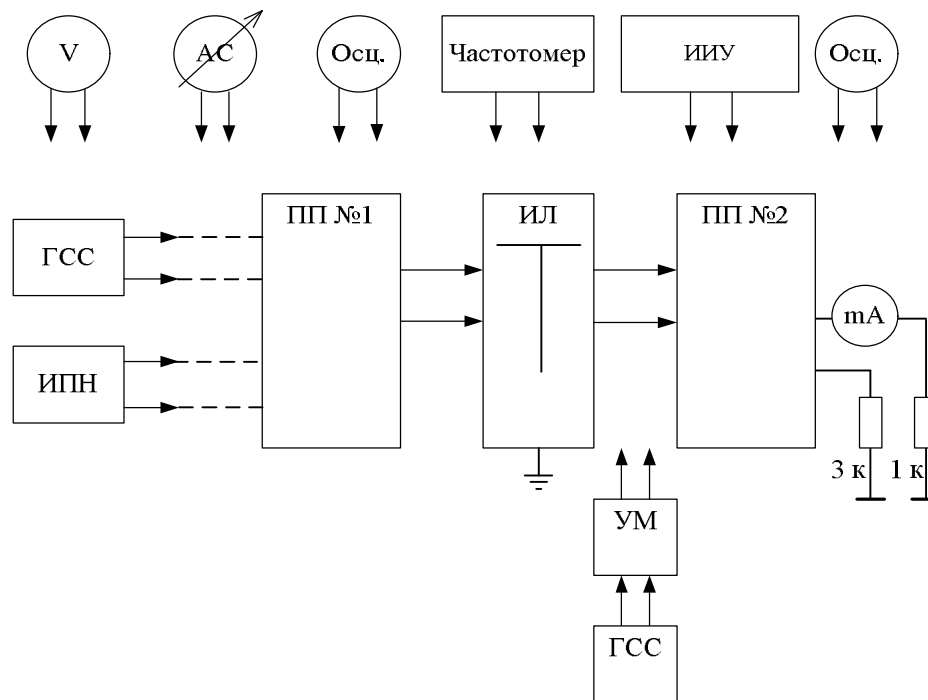


Рисунок 10.13 Проверка частных требований к параметрам аппаратуры каналов ВЧ защиты

10.6.3 Параметры манипуляции (п. 8.7) проверяются следующим способом.

Установить приемопередатчики в режим работы с прямой манипуляцией. Присоединить генератор синусоидального сигнала частотой 50 Гц к входу манипуляции приемопередатчика № 1. Подать Пуск на приемопередатчик № 1 при $U_{ман} = 0$. Измерить частоту непрерывного сигнала на выходе приемопередатчика № 1.

Установить значение напряжения манипуляции 100 В, измерить значение разностей длительности импульсов и пауз или импульсов двух частот на выходе передатчика.

Измерить значение разности импульсов и пауз тока (или напряжения) на выходе приемника.

Уменьшая напряжение манипуляции, определить значение (напряжение полной манипуляции), при котором длительность импульса тока выхода приемника уменьшится на 15 градусов. При напряжении манипуляции 100 В проверить возможность регулировки длительности импульсов и пауз на выходе приемника программными средствами.

Установить приемопередатчики в режим работы с обратной манипуляцией. Подать Пуск на приемопередатчик № 1 при $U_{ман} = 0$. Убедиться, что на выходе отсутствует ВЧ сигнал. Установить значение напряжения манипуляции 100 В, измерить значение разностей длительности импульсов и пауз или импульсов двух частот на выходе передатчика. Измерить значение разности импульсов и пауз тока (или напряжения) на выходе приемника.

Входное сопротивление цепи манипуляции определяется по ТД.

10.6.4 Параметры БИ пуска (п. 8.8) проверяются следующим способом.

На вход БИ пуска 1-го приемопередатчика подключить источник постоянного напряжения (ИПН) через выключатель, второй контакт выключателя соединить с осциллографом. Регулируя напряжение ИПН от нуля вверх, зафиксировать значение, при котором появляется сигнал на выходе приемопередатчика. Отключить напряжение БИ пуска, запустив развертку осциллографа в момент отключения. Зафиксировать на осциллографе выдержку времени до пропадания ВЧ сигнала.

Входное сопротивление цепи безынерционного пуска определяется по ТД.

10.6.5 Выходные параметры приемника, пункты (8.9, 8.10), проверяются следующим способом.

Установить приемопередатчики в режим работы ДФЗ. Измерить ток выхода приемника № 2.

Пустить сигнал передатчика № 1 кнопкой Пуск, измерить ток выхода приемника.

Установить приемопередатчики в режим работы с ВЧБ. Измерить ток выхода приемника № 2 без пуска сигнала передатчика № 1 и при пуске передатчика № 1.

Подключить осциллограф к напряженческому выходу приемника. Измерить напряжение при незапущенном передатчике № 1. Пустить сигнал передатчика № 1 кнопкой Пуск, измерить напряжение выхода приемника № 2.

10.6.6 Работа системы автоконтроля (п. 8.11) проверяется следующим способом. Установить приемопередатчики в режим работы с автоконтролем при ускоренном цикле обмена. Путем регулировки затухания ИЛ установить

уровень сигналов, принимаемых приёмниками, ниже уставки срабатывания предупредительной сигнализации, а затем разорвать канал. Убедиться в правильной работе предупредительной и аварийной сигнализации. Восстановить нормальное затухание ИЛ, вернуть сигнализацию в исходное состояние кнопкой. Устанавливая значения периодичности контроля в соответствии с ТУ, проверить отклонения реальной периодичности от заданной.

10.6.7 Чувствительность приемника (п. 8.12) измеряется следующим способом. Пустить сигнал передатчика № 1 кнопкой Пуск. Увеличивать затухание ИЛ до тех пор, пока выходные параметры приемника № 2 достигнут значения тока (напряжения) покоя. Уменьшая затухание ИЛ, зафиксировать значение затухания $a_{\text{ч}}$, когда выходные параметры приемника № 2 устойчиво изменяют свое значение. Отключить вход приемопередатчика № 2 от ИЛ и нагрузить ИЛ на согласованное сопротивление. При зафиксированном значении затухания $a_{\text{ч}}$ измерить уровень сигнала на этом сопротивлении – чувствительность приемника.

Последовательно «загрубляя» чувствительность приемника ступенями, измерить соответствующее значения чувствительности. Снизить уровень сигнала на входе приемника относительно значения чувствительности на 3 дБ, убедиться, что сигнал не принимается.

10.6.8 Допустимые уровни мешающих сигналов на входе приемника (пункты 8.13, 8.14) определяются следующим способом. Присоединить генератор с усилителем мощности ко входу приемопередатчика № 2, снизить уровень синусоидального сигнала до нуля. Пустить передатчик № 1 кнопкой Пуск. Уменьшать затухание ИЛ от максимального значения до тех пор, пока не произойдет устойчивое изменение выходных параметров приемника. Устанавливая поочередно заданные в пункте 8.13 значения частоты ГСС и уровня сигнала на входе приемопередатчика №2, включать и отключать сигнал передатчика № 1 и убедиться в неизменности значений выходных параметров приемника № 2.

Установить частоту ГСС, отличающуюся на 200 Гц от частоты сигнала защиты. Установить уровень мешающего сигнала на входе приемопередатчика № 2 (п. 8.14) ниже чувствительности приемника на величину, заданную в технической документации. Включая и отключая сигнал передатчика № 1, убедиться в неизменности значений выходных параметров приемника № 2.

10.6.9 Уровень сигналов внеполосного спектра (п. 8.15) измеряется следующим способом. Присоединить ГСС с частотой 50 Гц к входу манипуляции приемопередатчика № 1, установить напряжение манипуляции 100 В. Присоединить анализатор спектра к выходу приемопередатчика №1. Пустить передатчик кнопкой Пуск, измерить анализатором спектра значения уровней сигналов в полосах частот, указанных в Таблице 5.1.

10.6.10 Помехоустойчивость приемопередатчика (п. 8.16) проверяется совместно с комплектом релейной защиты в схеме рисунка 10.14.

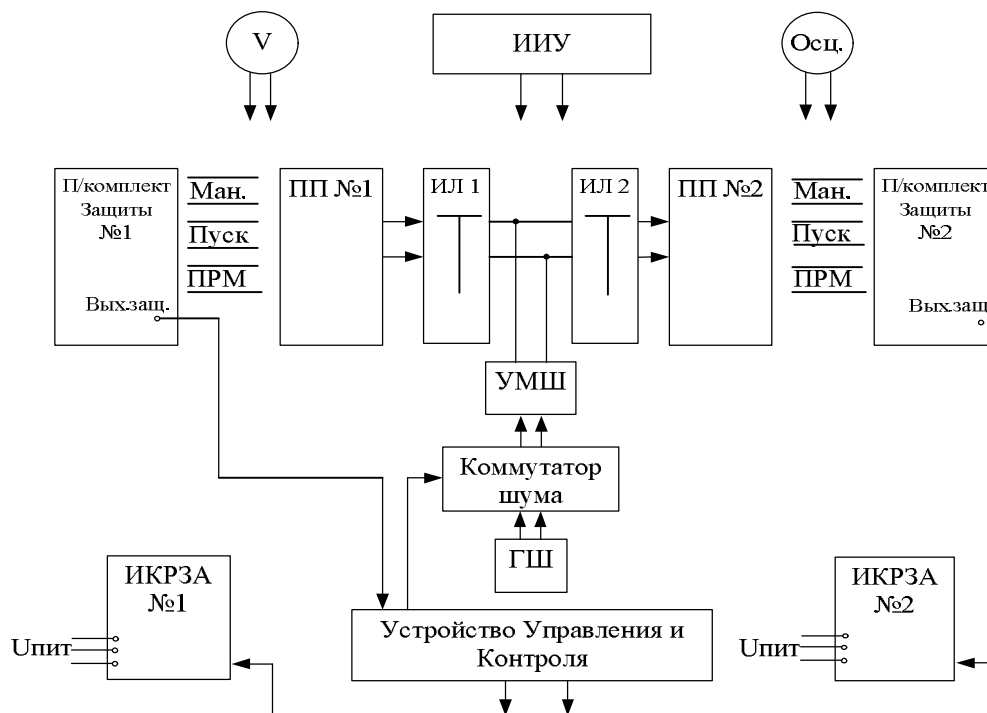


Рисунок 10.14 Проверка помехоустойчивости приемопередатчика совместно с комплектом релейной защиты

Перед началом проверки производится соединение испытываемого приемопередатчика № 1 и вспомогательного приемопередатчика № 2 с соответствующими полуккомплектами защиты по схеме, заданной в ТД.

Полуккомплекты защиты соединяются с испытательными комплексами для релейной защиты и автоматики ИКРЗА (например, «Ретом»). Для испытаний должно быть применено специальное устройство управления и контроля. Это устройство должно выполнять по заданной программе:

- при КЗ в зоне: включение ИКРЗА для имитации КЗ, фиксацию времени срабатывания защиты;
- при внешнем КЗ: подачу помех, фиксацию излишних срабатываний защиты.

В обоих случаях устройство должно выполнять статистическую обработку результатов опытов.

10.6.10.1 Проверка дифференциально-фазной защиты

а) При КЗ в зоне.

Пуская поочередно передатчики № 1 и № 2, отрегулировать затухания ИЛ1 и ИЛ2 (одинаково) так, чтобы уровень принимаемого сигнала на входе противоположного приемопередатчика был равен чувствительности приемника.

Установить коммутатор шума во включенное положение. При выключенных передатчиках установить уровень шума на входе приемопередатчика № 1 ниже уровня чувствительности приемника на значение, указанное в ТУ.

Последующие опыты должны быть проведены при разности фаз напряжений манипуляции двух приемопередатчиков: 0 градусов и на 5 градусов менее уставки срабатывания защиты.

Включить с помощью устройства контроля и управления режим имитации КЗ и фиксации времени от момента пуска защиты до момента её срабатывания. Несколько первых опытов (10-20) выполнить при отключении шума, а затем включить коммутатор шума на все время опытов. Периодичность имитации КЗ должна составлять 2 с. Отказом защиты считается превышение времени её срабатывания относительно значения, приведенного в ТУ.

Количество опытов необходимых для определения значения вероятности отказа 10^{-2} с доверительной вероятностью 95 % дано в Таблице 10.6.1.

Таблица 10.6.1

| Количество опытов | Допустимое количество неправильных действий |
|-------------------|---|
| 800 | 4 |
| 947 | 5 |
| 1090 | 6 |

Желательно выполнить демонстрационные опыты, доказывающие работоспособность схемы регистрации отказов, установив уровень шума существенно выше чувствительности приемника.

б) При внешнем КЗ.

Пуская передатчик №2, отрегулировать затухание ИЛ2 (при выведенном ИЛ1) так, чтобы уровень принимаемого сигнала на входе приемопередатчика №1 был на 8 дБ выше уровня чувствительности приемника.

Установить коммутатор шума во включенное положение. При выключенных передатчиках установить уровень шума на входе приемопередатчика № 1 равным уровню сигнала на этом входе.

Включить режим имитации внешнего КЗ при сдвиге фаз напряжений манипуляции двух приемопередатчиков 180 градусов (длительно).

С помощью устройства контроля и управления подавать через коммутатор шума последовательность всплесков шума длительностью 50 мс с периодичностью 1 с. При этом фиксировать случаи излишнего срабатывания полукомплекта защиты № 1.

Повторить опыты при уровне шума на входе приемопередатчика № 1 на 6, 12 и 18 дБ выше уровня сигнала на входе приемопередатчика.

Выполнить аналогичную серию опытов при угле сдвига фаз между напряжениями манипуляции приемопередатчиков № 1 и № 2 на 5 градусов более уставки срабатывания защиты.

Количество включений всплесков помехи необходимых для определения значения вероятности излишнего срабатывания защиты 10^{-3} с доверительной вероятностью 95 % дано в Таблице 10.6.2.

Таблица 10.6.2

| Количество всплесков | Допустимое количество неправильных действий |
|----------------------|---|
| 8000 | 4 |
| 9472 | 5 |
| 10899 | 6 |

10.6.10.2 Защита с высокочастотной блокировкой

а) При КЗ зоне.

Установить коммутатор шума во включенное положение. При выключенных передатчиках установить уровень шума на входе приемопередатчика № 1 ниже уровня чувствительности приемника на значение, указанное в ТУ.

Установить с помощью ИКРЗА режим КЗ на защищаемой линии. Включить с помощью Устройства контроля и управления режим имитации КЗ и фиксации времени от момента пуска защиты до момента её срабатывания. Несколько первых опытов (10-20) выполнить при отключении шума, а затем включить коммутатор шума на все время опытов. Периодичность имитации КЗ должна составлять 2 с. Отказом защиты считается превышение времени её срабатывания относительно значения, приведенного в ТУ.

Количество включений определяется в соответствии с Таблицей 10.6.1.

Желательно выполнить демонстрационные опыты, доказывающие работоспособность схемы регистрации отказов, установив уровень шума существенно выше чувствительности приемника.

б) При внешнем КЗ.

Пуская передатчик № 2, отрегулировать затухание ИЛ2 (при выведенном ИЛ1) так, чтобы уровень принимаемого сигнала на входе приемопередатчика № 1 был на 8 дБ выше уровня чувствительности приемника.

Установить коммутатор шума во включенное положение. При выключенных передатчиках установить уровень шума на входе приемопередатчика №1 равным уровню сигнала на этом входе.

С помощью ИКРЗА включить режим имитации внешнего КЗ (длительно).

С помощью устройства контроля и управления подавать через коммутатор шума последовательность всплесков шума длительностью 50 мс с периодичностью 1 с. При этом фиксировать случаи излишнего срабатывания полуккомплекта защиты № 1.

Повторить опыты при уровне шума на входе приемопередатчика № 1 на 6, 12 и 18 дБ выше уровня сигнала на входе приемопередатчика.

Количество включений всплесков помехи в каждом опыте определяется в соответствии с Таблицей 10.6.2.

10.6.11 Проверка при провалах и перерывах электропитания (п. 8.17) выполняется следующим способом. Установить коммутатор сигнала в замкнутое состояние. Установить уровень сигнала на входе приемника равным уровню чувствительности приемника. Фиксировать отсутствие ложных пусков передатчика во время включения, отключения и медленного изменения напряжения электропитания. Проверка аппаратуры при провалах и перерывах электропитания производится в процессе испытаний на ЭМС.

10.6.12 Проверка ЭМС (п. 8.18) проводится по методике приведенной в разделе 10.2.8.

10.7 Проверка частных требований к параметрам УПАСК

10.7.1 Выполнение требований (пункты 9.1, 9.2.1, 9.2.2, 9.2.3, 9.3.1, 9.3.6, 9.3.7, 9.4.5, 9.4.6, 9.7.1) проверяются по ТД.

10.7.2 Проверка требований по разделу 9 выполняется в схеме рисунка 10.15.

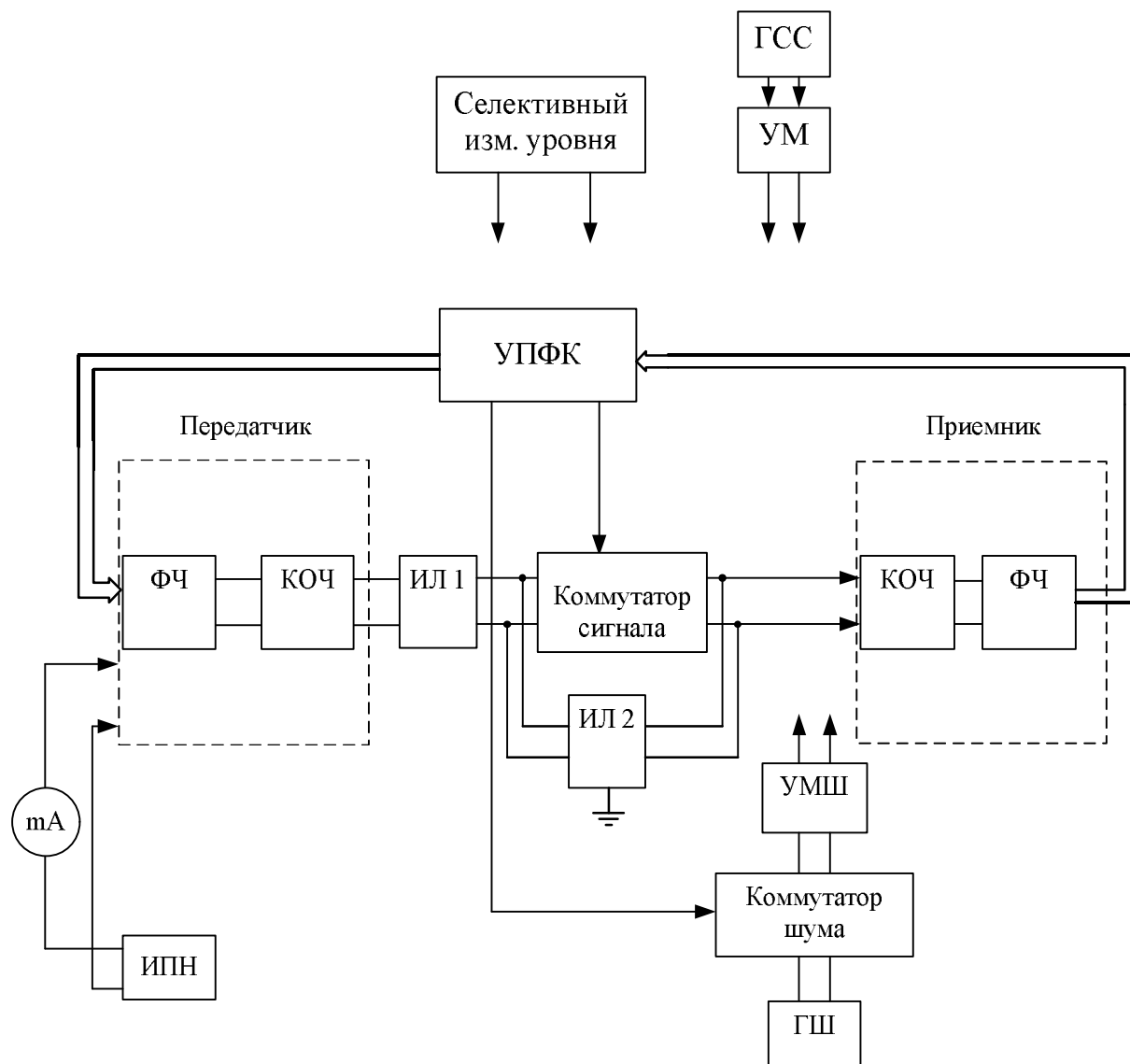


Рисунок 10.15 Проверка параметров УПАСК

10.7.3 Чувствительность приемника (п. 9.4.1) измеряется следующим способом. Установить коммутатор сигнала в замкнутое состояние. Установить максимальное затухание ИЛ1. Многократно передавать от передатчика одну из команд. Уменьшая затухание ИЛ1, зафиксировать значение затухания a_c , когда команды принимаются приемником устойчиво. Отключить вход приемника от ИЛ1 и нагрузить ИЛ1 на согласованное сопротивление. При длительной передаче команды и при зафиксированном значении затухания a_c измерить уровень сигнала на этом сопротивлении – чувствительность приемника. Последовательно «загрубляя» чувствительность приемника степенями, измерить соответствующие значения чувствительности. Снизить уровень сигнала на входе приемника относительно значения чувствительности на 3 дБм, убедиться, что команды не принимаются.

10.7.4 Напряжение управления передачей команд (п. 9.3.2) измеряется следующим способом. Подключить источник постоянного напряжения ИПН поочередно к входам управления передачей различных команд; повышая напряжение источника, фиксировать значение, при котором происходит передача команды. Измерить ток потребления цепи управления при номинальном значении управляющего напряжения

10.7.5 Продолжительность передачи команд (п. 9.3.3) измеряется следующим способом. Присоединить устройство УПФК к входам передачи и выходам приема нескольких команд. В приемнике отключить задержку на возврат принятых команд. Установить программно одно из значений продолжительности передаваемой команды в пределах 10 – 100 мс. Передать по несколько команд с различными значениями длительности управляющего импульса (от 10 до 300 мс). Убедиться в неизменности продолжительности передаваемой (принимаемой) команды. Повторить опыты при нескольких других значениях продолжительности передаваемой команды, установленных программно. Проверить возможность программной установки последней из команд группы Б в режим передачи в течение времени наличия напряжения на управляющем входе.

10.7.6 Правила передачи нескольких команд (п. 9.3.4) проверяются следующим способом. С помощью устройства УПФК проверить правильность передачи команд при различных вариантах их возникновения. В каждом из вариантов проверку проводить не менее 5 раз.

10.7.7 Номинальное время передачи команды (п. 9.2.4) измеряется следующим способом. Перед началом проверки устанавливаются:

- коммутатор сигнала в замкнутое положение;
- затухание ИЛ1 так, чтобы уровень принимаемого сигнала команды на входе приемника был равен уровню чувствительности приемника. Для измерения времени передачи передать несколько команд по 5-10 раз с помощью устройства УПФК.

Время задержки начала передачи команд (п. 9.3.5) измеряется следующим способом. Установить программно для одной из команд

значение времени задержки 5 мс. Измерить время передачи команды, как указано выше. Убедиться, что увеличение времени передачи по сравнению с номинальным соответствует установленной задержке. Повторить измерение при других временах задержки, а также для других команд.

Измерение времени задержки приема команд в приемнике (п. 9.3.8) производится следующим способом. В передатчике установить время задержки начала передачи команды равным нулю. В приемнике установить программно для одной из команд значение времени задержки 5 мс. Измерить время передачи команды, как указано выше. Убедиться, что увеличение времени передачи по сравнению с номинальным соответствует установленной задержке. Повторить измерение при времени задержки приема 10 мс, а также для других команд.

В процессе измерения проверить работу световой сигнализации и индикации передачи и приема команд, а также замыкание контактов реле внешней сигнализации передачи и приема команд (п. 9.7.4). Проверить регистрацию номера, времени и даты передачи и приема команд в энергонезависимой памяти (п. 9.7.5).

10.7.8 Задержка на возврат замкнутых выходных цепей приемника (п. 9.3.9) измеряется следующим способом. Установить в передатчике фиксированную длительность передачи команд 50 мс. С помощью устройства УПФК поочередно произвести передачу различных команд при нескольких программно установленных значениях времени задержки на возврат команд в приемнике.

10.7.9. Параметры помехоустойчивости (п. 9.2.5) определяются следующим способом.

а) Проверка вероятности приема ложной команды. Установить затухание ИЛ1 по п. 10.7.7. Отключить ИЛ2. Подключить усилитель мощности шума УМШ к входу приемника. Установить уровень помехи на входе приемника на 20 дБ выше уровня чувствительности приемника. С помощью устройства УПФК произвести серию включений коммутатора шума с одновременным отключением коммутатора сигнала, при этом длительность импульсов шума должна быть 200 мс, а период включения – 1 с. Фиксировать прием ложных команд с помощью устройства УПФК. Определить вероятность приема ложной команды:

$$P_{л.к} = N_{л.к} / N_{пом}, \quad (10.8)$$

где

$N_{л.к}$ – количество принятых ложных команд;

$N_{пом}$ – количество всплесков помех.

Требуемое количество всплесков помехи определяется по Таблице 10.7.1.

Таблица 10.7.1

| Допустимая вероятность приема ложной команды | Количество всплесков помехи | Допустимое количество ложных команд |
|--|-----------------------------|-------------------------------------|
| 10^{-3} | 8000 | 4 |
| | 9472 | 5 |
| | 10899 | 6 |
| 10^{-4} | 80000 | 4 |
| | 94720 | 5 |
| | 100899 | 6 |
| 10^{-6} | $8000 * 10^3$ | 4 |
| | $9472 * 10^3$ | 5 |
| | $10899 * 10^3$ | 6 |

б) Проверка вероятности пропуска команды. Установить коммутаторы сигнала и шума во включенное положение. Установить на входе приемника уровень помехи в полосе 4 кГц равным уровню чувствительности приемника, а уровень сигнала - на 6 дБ выше уровня помехи.

С помощью устройства УПФК произвести многократную передачу одной из команд, фиксируя количество команд, принятых за заданное время передачи $T_{\text{макс}}$ (Таблица 9.1). Определить вероятность пропуска команды.

$$P_{\text{п.к}} = (N_{\text{пер}} - N_{\text{пр}}) / N_{\text{пер}}, \quad (10.9)$$

где

$N_{\text{пер}}$ – количество переданных команд;

$N_{\text{пр}}$ - количество принятых команд за время $T_{\text{макс}}$.

Требуемое количество переданных команд приведено в Таблице 10.7.2.

Таблица 10.7.2

| Допустимая вероятность пропуска команды | Количество переданных команд | Допустимое количество пропущенных команд |
|---|------------------------------|--|
| 10^{-2} | 800 | 4 |
| | 947 | 5 |
| | 1089 | 6 |
| 10^{-3} | 8000 | 4 |
| | 9472 | 5 |
| | 10089 | 6 |
| 10^{-4} | $800 * 10^2$ | 4 |
| | $947 * 10^2$ | 5 |
| | $1089 * 10^2$ | 6 |

Примечание. Возможно выполнение опыта с одновременной передачей различных команд.

10.7.10 Вероятность пропуска команд при скачке затухания канала (п. 9.2.6) определяется следующим способом. Подключить ИЛ2 с затуханием 22 дБ. В исходном состоянии контакты коммутатора сигнала должны быть замкнуты. Подключить УМШ к входу приемника. Установить коммутатор шума во включенное положение, а коммутатор сигнала в разомкнутое положение. Установить на входе приемника уровень помехи в полосе 4 кГц

равным уровню чувствительности приемника, а уровень сигнала - на 6 дБ выше уровня шума.

С помощью устройства УПФК произвести многократную передачу одной из команд с одновременным размыканием коммутатора сигнала. Фиксировать количество команд, принятых за заданное время передачи $T_{\text{макс}}$ (Таблица 9.1). Определить вероятность пропуска команды по аналогии с п. 10.7.9.

10.7.11 Отсутствие приема излишних команд при различных вариантах их передачи (п. 9.2.7) проверяется следующим способом. Отключить ИЛ2, установить коммутатор сигнала в разомкнутое состояние. Подключить УМШ к входу приемника. Установить на входе приемника уровень помехи в полосе 4 кГц равным уровню чувствительности приемника. Установить коммутатор сигнала в замкнутое состояние, а коммутатор шума в разомкнутое состояние, установить уровень сигнала на входе приемника на 6 дБ выше уровня шума. В дальнейшем коммутатор сигнала должен оставаться в замкнутом состоянии. С помощью устройства УПФК произвести многократную (по 20 раз) передачу команд в различных сочетаниях и при различных вариантах возникновения и перебивки одних команд другими. Многократную передачу каждого сочетания производить как при разомкнутом, так и при замкнутом состояниях коммутатора шума. Фиксировать отсутствие приема излишних команд.

10.7.12 Допустимый уровень мешающих сигналов вне номинальной полосы частот (п. 9.4.2) определяется следующим способом. Установить коммутатор сигнала в замкнутое состояние. Присоединить генератор с усилителем мощности ко входу приемника, снизить уровень синусоидального сигнала до нуля. Пустить одну из команд в длительном режиме. Установить затухание ИЛ1 таким, чтобы уровень сигнала на входе приемника был равен его чувствительности. С помощью устройства УПФК передать команду несколько раз, измерить время передачи, которое должно быть не выше номинального п. 9.2.4. Устанавливая поочередно заданные в ТУ значения частоты ГСС и уровня мешающего сигнала на входе приемника, передавать по 10 раз различные команды и фиксировать время передачи. Оно должно быть не выше номинального. Для аппаратуры, использующей одночастотное кодирование команд, убедиться в отсутствии приема ложных команд при снятии охранного сигнала передатчика коммутатором сигнала, устанавливая частоту и уровень синусоидальной помехи, как указано выше

10.7.13 Допустимый уровень мешающих сигналов в номинальной полосе частот (п. 9.4.3) определяется следующим способом. Установить коммутатор сигнала в замкнутое состояние. Установить на входе приемника уровень сигнала равный уровню чувствительности приемника. Подключить генератор синусоидальных сигналов к входу приемника, установить частоту сигнала генератора в пределах номинальной полосы частот приемника, а уровень - равным заданному в технической документации.

а) для варианта одночастотного кодирования команд. С помощью устройства УПФК фиксировать отсутствие приема ложных команд при размыкании коммутатора сигнала. Опыт повторить при нескольких значениях частоты ГСС.

б) для варианта двухчастотного кодирования. С устройства УПФК осуществить многократную (20 раз) передачу различных команд с измерением времени передачи по п. 10.7.7 методики. Убедиться, что значения времени передачи не отличаются от измеренных по п. 10.7.7. Опыт повторить при нескольких значениях частоты ГСС.

10.7.14 Уровень паразитных излучений (п. 9.4.4) измеряется по методике, изложенной в п. 10.3.7.2.

10.7.15 Электропитание (п. 9.5). Установить коммутатор сигнала в замкнутое состояние. Установить уровень сигнала на входе приемника равным уровню чувствительности приемника. Фиксировать отсутствие приема ложных команд во время включения, отключения и медленного изменения напряжения электропитания передающего и приемного комплектов испытуемой аппаратуры поочередно. Проверка аппаратуры при провалах и перерывах электропитания производится в процессе испытаний на ЭМС.

10.7.16 Проверка ЭМС (п. 9.6) проводится по методике, приведенной в разделе 10.2.8.

10.7.17 Проверка работы системы контроля уровня ОС и предупредительной сигнализации (9.7.2) в приемнике проводится следующим способом. Установить коммутатор сигнала в замкнутое состояние. В режиме передачи ОС установить затухание ИЛ1 таким, чтобы уровень ОС на входе приемника был на 10 дБ выше уровня чувствительности. Зафиксировать показания измерителя уровня ОС на приемнике. Установить программно уставку предупредительной сигнализации при снижении уровня ОС 3 дБ. Увеличивать затухание ИЛ1 до момента срабатывания предупредительной сигнализации. Зафиксировать значение дополнительно введенного затухания. Повторить опыт при уставке предупредительной сигнализации 9 дБ. Проверить световую сигнализацию и замыкание контактов реле внешней предупредительной сигнализации (п. 9.7.4). Проверить регистрацию типа и времени возникновения сигнализации в энергонезависимой памяти (п. 9.7.5).

10.7.18 Проверка работы аварийной сигнализации при пропадании ОС (п. 9.7.3) проводится следующим способом. Установить коммутатор сигнала в замкнутое состояние. В режиме передачи ОС установить затухание ИЛ1 таким, чтобы уровень ОС на входе приемника был на 10 дБ выше уровня чувствительности. Установить коммутатор сигнала в разомкнутое состояние. Зафиксировать время от момента размыкания коммутатора до срабатывания аварийной сигнализации. Проверить световую сигнализацию аварии и замыкание контактов реле внешней сигнализации (п. 9.7.4).

Проверка работы при других повреждениях по п. 9.7.3 должна выполняться разработчиком аппаратуры в процессе заводских испытаний по специально разработанной им методике. Проверить регистрацию типа и времени возникновения аварии в энергонезависимой памяти (п. 9.7.5).

Методика распределения номинальной выходной мощности передатчика между различными сигналами в аппаратуре ЧРС

При распределении номинальной выходной мощности в аппаратуре с ЧРС рекомендуется исходить из равной помехоустойчивости при приеме всех передаваемых в канале сигналов. При этом распределение мощности производится по этапам, в которых определяются:

- часть номинальной выходной мощности $p_{к.н.}$, выделяемая на один канал многоканальной (n-канальной) аппаратуры:

$$p_{к.н.}(\partial БМ) = p_n(\partial БМ) - 20 \lg n; \quad (П1.1)$$

- часть номинальной выходной мощности канала, выделяемая на сигнал одного из подканалов, передаваемых в канале ТЧ, и принятого за базисный (Обычно канал КЧ):

$$p_{баз}(\partial БМ) = p_{к.н.} - 20 \lg \left[\sum_i \left(A_i n_i \sqrt{\frac{\Delta f_i}{\Delta f_{баз}}} \right) \right]; \quad (П1.2)$$

где: $p_{баз}$ – выходной уровень подканала, принятого за базисный, дБм,

n_i – число подканалов с эффективной полосой по помехам Δf_i ,

A_i – коэффициент, учитывающий различие в требуемых соотношениях сигнала и помехи для различных подканалов, который определяется по формуле:

$$A_i = 10^{0,1(a_{c/n,i} - a_{c/n,баз} + \Delta p_{нф,i})}; \quad (П1.3)$$

где: $a_{c/n,i}$ – минимально необходимое соотношение сигнала и помехи для i -го подканала, дБ,

$a_{c/n,баз}$ – то же для базисного подканала, дБ,

$\Delta p_{нф,i}$ – пикфактор i -го сигнала, дБ.

- уровни передачи для любого i -го подканала, отличного по ширине полосы частот Δf , требуемого соотношения сигнала и помехи $a_{с/п}$ и пикфактора $\Delta p_{ф}$ от базисного, по формуле:

$$p_i(\partial БМ) = p_{баз} + 10 \lg \left(\frac{\Delta f_i}{\Delta f_{баз}} \right) + (a_{c/n,i} - a_{c/n,баз} - \Delta p_{нф,i} + \Delta p_{нф,баз}). \quad (П1.4)$$

Рекомендуемое минимально – допустимое соотношение сигнала и взвешенной помехи для канала речи равно 26 дБ. Значения остальных величин в (П2.3) и (П2.4) должны предоставляться производителем.

Методика распределения номинальной выходной мощности передатчика между различными сигналами в аппаратуре ВРС

При распределении номинальной выходной мощности в аппаратуре с ВРС рекомендуется исходить из равной помехозащищенности сигнала ЦП и КЧ. При этом распределение мощности производится по этапам, в которых определяются:

- часть номинальной выходной мощности $p_{ц.п.}$, выделяемая на передачу ЦП аппаратуры:

$$p_{ц.п.}(\text{дБм}) = p_{н.} - \Delta p_{н.ф} - 20 \lg \left(1 + A_{кч} \sqrt{\frac{\Delta f_{кч}}{\Delta f_{ц.п.}}} \right), \text{ где:} \quad (\text{П2.1})$$

$p_{цп}$ - средний среднеквадратичный уровень, выделяемый для передачи цифрового потока;

$\Delta p_{н.ф}$ – коэффициент, учитывающий пикфактор сигнала цифрового потока (то есть отношение между пиковой и средней среднеквадратичной мощностью аналогового сигнала цифрового потока в линии).

$\Delta f_{кч}$ - полоса частот канала КЧ;

$\Delta f_{цп}$ - полоса частот, выделяемая для передачи цифрового потока;

$A_{кч}$ – коэффициент, учитывающий различие в требуемых соотношениях сигнал/помеха для канала КЧ и цифрового потока, который определяется по формуле:

$$A_{кч} = 10^{0,1(a_{с/н.кч} - a_{с/н.ц.п.})}, \quad (\text{П2.2})$$

где: $a_{с/н.кч}$ – минимально необходимое соотношение сигнал/помеха для канала КЧ, дБ,

$a_{с/н.ц.п.}$ – то же для цифрового потока.

- уровень передачи для канала КЧ:

$$p_{кч}(\text{дБм}) = p_{ц.п.} + 10 \lg \left(\frac{\Delta f_{кч}}{\Delta f_{ц.п.}} \right) + (a_{с/н.кч} - a_{с/н.ц.п.}). \quad (\text{П2.3})$$

Значения величин, входящих в (П2.1) – (П2.3), должны предоставляться производителем.

Требования к параметрам измерительных приборов

Ниже приведены требования к измерительным приборам, предназначенным для измерения параметров аппаратуры ВЧ связи при проведении тестовых проверок в процессе производства и испытания аппаратуры.

Та или иная часть измерительных приборов может входить в измерительный комплекс, объединяющий их в единое целое.

1. Генератор синусоидальных сигналов.

- Диапазон частот:
Нижняя граничная частота – не более 0,04 кГц.
Верхняя граничная частота не менее 1000 кГц.
- Допускается отдельное исполнение генератора (НЧ и ВЧ).
- Погрешность установки частоты не более $\pm (2 \cdot 10^{-6} F + 0,02)$ Гц.
- Погрешность формирования уровня не более $\pm 0,2$ дБ
- Выход симметричный (для всего диапазона) и коаксиальный (для диапазона 16 кГц и выше);
- Номинальное входное сопротивление:
Для коаксиального выхода – 75 Ом и нулевое (не более 3 Ом),
Для симметричного выхода – 150 и 600 Ом и нулевое (не более 3 Ом),
- Мощность не менее (+10) дБм.
- Возможность совместного с ИИУ измерения ЧХ в автоматическом режиме.

2. Избирательный измеритель уровня.

- Диапазон частот:
нижняя граничная частота – не более 0,04 кГц;
верхняя граничная частота не менее 1100 кГц.
- Допускается отдельное исполнение измерителя (НЧ и ВЧ).
- Погрешность установки частоты не более $\pm (2 \cdot 10^{-6} F + 0,02)$ Гц.
- Погрешность измерения уровня не более $\pm 0,2$ дБ.
- Выход симметричный (для всего диапазона) и коаксиальный (для диапазона 16 кГц и выше).
- Номинальное входное сопротивление:
Для коаксиального входа – 75 Ом,
Для симметричного входа – 150 Ом и 600 (для диапазона 0,04 - 16 кГц) Ом и высокое (не менее 20 кОм).
- Тип детектора- детектор среднеквадратичных значений.
- Избирательность:
широкополосные измерения,
измерения в узкой полосе частот не более 25 Гц.
- Диапазон измерения уровней:

нижняя граница – не более (-80) дБм (для диапазона 0,04 -16кГц); не более (-50) дБм (для диапазона 16 кГц и выше).

верхняя граница – не менее (+15) дБм.

- Возможность усреднения результатов измерений.
- Возможность совместного с Генератором измерения ЧХ в автоматическом режиме.

3. Анализатор спектра.

- Диапазон частот:

нижняя граничная частота – не более 16 кГц;

верхняя граничная частота не менее 1100 кГц.

- Погрешность установки частоты не более $\pm (2 \cdot 10^{-6} F + 0,02)$ Гц.

- Погрешность измерения уровня не более $\pm 0,2$ дБ.

- Выход симметричный и коаксиальный;

- Номинальное входное сопротивление:

для коаксиального входа – 75 Ом и высокое (не менее 20 кОм);

для симметричного входа – 150 Ом и высокое (не менее 20 кОм).

- Тип детектора - детектор среднеквадратичных значений.

- Спектральное разрешение не более 10 Гц в диапазоне до 1024 кГц);

- Диапазон измерения уровней:

нижняя граница – не более (-40) дБм;

верхняя граница – не менее (+15) дБм.

- Возможность определения в заданной полосе частот мощности измеренного спектра.

- Возможность усреднения результатов измерений.

4. Делитель напряжения (для измерения высоких уровней с помощью избирательного измерителя уровня).

- Диапазон частот:

нижняя граничная частота – не более 16 кГц;

верхняя граничная частота - не менее 1000 кГц;

- Максимальное напряжение синусоидального сигнала на входе 100 В;

- Коэффициент деления 40 дБ с погрешностью не более 0,2 дБ;

- Вход и выход коаксиальный;

- Номинальное входное сопротивление – не менее 20 кОм.

5. Измеритель затухания несогласованности.

- Диапазон частот:

нижняя граничная частота – не более 0,1 кГц.

верхняя граничная частота не менее 1100 кГц.

- Диапазон измерения затухания несогласованности:

нижняя граница – не более 4 дБ.

верхняя граница – не менее 30 дБ.

6. Измеритель затухания асимметрии.

- Диапазон частот:

Нижняя граничная частота – не более 0,04 кГц.

Верхняя граничная частота не менее 4 кГц.

Тип измерительного входа: симметричный.

- Диапазон измерения затухания асимметрии:

нижняя граница – не более 4 дБ;

верхняя граница – не менее 50 дБ.

7. Мост полных сопротивлений (проводимостей).

- Диапазон частот:

нижняя граничная частота – не более 16 кГц;

верхняя граничная частота - не менее 1000 кГц.

- Диапазон измерения сопротивления (модуль):

нижняя граница – не более 10 Ом;

верхняя граница – не менее 10 кОм.

Погрешность измерения фазового угла сопротивления не более пяти градусов.

8. Магазин затухания.

- Допустимое длительно воздействующее синусоидальное напряжение ВЧ сигнала на входе/выходе - не менее 50 В;

- диапазон рабочих частот 16-1000 кГц.

- номинальное характеристическое сопротивление ИЛ должно быть равно 75 Ом;

- Затухание несогласованности характеристического сопротивления с его номинальным значением - не менее 30 дБ;

- Рабочее затухание должно устанавливаться в пределах от 0 до 50 дБ с шагом 1 дБ. Погрешность установки затухания не более 0,2 дБ;.

- Изменение затухания должно производиться без разрыва цепи.

9. Цифровой осциллограф.

– Число каналов – не менее 2.

– Полоса пропускания – не менее 50 МГц.

– Максимальная частота дискретизации не менее 1 Гвыб./с.

– Длина записи не менее 500 мс.

– Число записей в памяти не менее 10.

10. Измеритель краевых искажений.

– Измерения должны проводиться при передаче посылок с длительностями 1:1, 1:3, 3:1, 1:7 и 7:1.

– Скорости передачи должны выбираться из ряда: 50, 100, 200, 300 и 2400 бит/с.

– Должна иметься возможность измерений с организацией шлейфов.

11. Тестер цифрового потока.

– Измерение параметров цифровых стыков, соответствующих рек. ITU-T G.703, 2048 кбит/с.

– Линейный код HDB3, AMI.

– Входное/выходное сопротивление 120 Ом.

– Обнаружение ошибок и аварийных ситуаций; измерение показателей ошибок согласно рекомендациям ITU-T G.821, G.826, M.2100.

– Два канала формирования и приема ЦП.

– Измерение уровня, отклонения частоты, джиттера входного сигнала.

– Псевдослучайные и программируемые битовые последовательности.

– Стресс-тестирование: ввод ошибок и джиттера, смещение частоты.

– Генерация и анализ сигналов ТЧ и речевых сигналов в заданном КИ.

– Измерение параметров стыков, соответствующих рекомендациям RS-232C и RS-485 для скоростей от 150 до 115200 бит/с. (Измерение показателей ошибок согласно рекомендации ITU-T G.821 (BER-тестер)).

– Измерение параметров стыка Ethernet (2 порта Gigabit Ethernet; Проверки в соответствии с RFC 2544 и RFC 1242; при применении на цифровых подстанциях поддержка МЭК 61850 (SV, GOOSE, MMS) и IEC62439-3.4 (PRP).

12. Измеритель качества передачи речи.

– Измерение качества передачи речи по критерию Mean Opinion Score (MOS) для систем, использующих вокодеры и/или коммутацию пакетов должны производиться в соответствии с рекомендациями ITU-T P.862.

– Используемые речевые последовательности должны соответствовать ГОСТ Р 50840-95.

13. Усилитель мощности.

– Диапазон частот:

Нижняя граничная частота – не более 16 кГц.

Верхняя граничная частота не менее 1000 кГц.

– Номинальное выходное сопротивление 75 Ом;

– Мощность не менее (+46) дБм;

– Затухание нелинейности по комбинационным частотам не менее 60 дБ во всем частотном диапазоне.

14. Псофометр

- Симметричный вход с полным входным сопротивлением 600 Ом или 20 кОм;
- Возможность измерения уровня взвешенного и невзвешенного напряжения шума;
- При измерении невзвешенных псофометрических шумов полоса пропускания должна быть в пределах:
 - нижняя частота не более 30 Гц;
 - верхняя частота не менее 16 кГц;
- При измерении взвешенных псофометрических шумов полоса пропускания должна отвечать требованиям международного стандарта МСЭ-Т 1994 O.41.

15. Генератор белого шума

- Несимметричный выход с внутренним сопротивлением 75 Ом или низкоомный;
- Диапазон частот: нижняя граница - не более 16 кГц; верхняя граница - не менее 1000 кГц;
- Уровень выходного сигнала на нагрузке 75 Ом в полосе 4 кГц в рассматриваемом диапазоне частот не менее (-30) дБм;
- Уровень выходного сигнала должен регулироваться с шагом не более 0,2дБ.

16. Частотомер

- - предел измерения не менее 1000 кГц;
- - входное сопротивление не ниже 100 кОм; наличие двух входов.

17. Фазорегулятор (в составе испытательного комплекса релейной защиты).

18. Устройство управления передачей и фиксации приема команд.

- количество входов/выходов не менее 8;
- коммутируемое напряжение до 250 В;
- возможность передачи/приема команд в произвольных сочетаниях;
- длительность передаваемых импульсов 10 – 1000 мс;
- предел фиксируемого времени передачи 1- 500 мс;
- выход для синхронизации внешнего реле;
- регистрация процессов передачи и приема команд в энергонезависимой памяти;
- статистическая обработка результатов измерений.

19. Коммутатор сигнала, коммутатор шума.

- количество коммутируемых цепей на замыкание и размыкание не менее двух;
- диапазон рабочих частот 16-1000 кГц.
- коммутируемое напряжение синусоидального сигнала до 100 В, ток – до 0,5 А;

20. Мегаомметр.

- Предел измерения 200 МОм.
- Напряжение 1000 В.

21. Установка для испытания прочности изоляции.

- Максимальное напряжение 2500 В переменного тока 50 Гц.

22. Источник постоянного напряжения регулируемый.

- Максимальное напряжение не менее 250 В.
- Максимальный выходной ток не менее 2 А.
- Относительная погрешность установки напряжения (тока) не более 5%.

23. Амперметр – вольтметр многопредельный.

- Измерение постоянного и переменного (50 Гц) тока.
- Пределы шкал измерения напряжения от 2,5 В до 500 В.
- Пределы шкал измерения тока от 0,1 А до 3 А.
- Относительная погрешность при измерении - не более 1,5%.
- Входное сопротивление вольтметра не менее 800 кОм.

Приложение Г

Перечень пунктов типовых технических требований к аппаратуре ВЧ связи, используемых при аттестации и при составлении конкурсной документации

При проведении аттестации аппаратуры ВЧ связи должны использоваться все пункты типовых технических требований. При выполнении работ по проектированию каналов ВЧ связи, составлении конкурсной документации и при проведении закупок оборудования должно рассматриваться только оборудование, прошедшее аттестацию в установленном порядке.

При составлении конкурсной документации следует руководствоваться приведенной ниже таблицей.

Рекомендации по составлению конкурсной документации.

Технические требования к комбинированной ВЧ аппаратуре РЗ, ПА и связи по ВЛ

| Функции, их характеристика | Требуемое значение параметра |
|---|----------------------------------|
| Аппаратура должна обеспечивать: | |
| - возможность создания сложных сетевых топологий (Т-образные схемы, треугольник и т.п.); | Да |
| - возможность создания единой сети управления и диагностики ВЧ системы связи | Да |
| - возможность локальной и удаленной переконфигурации аппаратуры | Да |
| - текущий непрерывный контроль параметров передачи / приема канала | Да |
| - удаленную диагностику аппаратуры, как по служебным, так и по сторонним каналам связи | Да |
| - мониторинг параметров аппаратуры, в том числе трактов передачи и приема с хронологической фиксацией произошедших событий в энергонезависимой памяти | Да |
| Характеристики оборудования каналообразующей аппаратуры: | |
| Частотный диапазон работы аппаратуры | 16 -1000 кГц |
| Шаг позиционного регулирования каналов в ВЧ диапазоне | 4 кГц |
| Выходная мощность оборудования | 10, 20, 40 и 80 Вт |
| Ширина номинальной полосы ВЧ канала | 4000*n Гц, где n - число каналов |
| Номинальная полоса НЧ канала | 300- 4000 Гц |
| Число каналов | 1 - 12 |
| Встроенные модемы телемеханики | Да |
| Аппаратура осуществляет виды связи: | |
| - передача команд дистанционной защиты | Да |
| - передача данных | Да |

| Работа передающего (Тх) и приемного (Rx) канала | сближено/разнесено |
|---|--|
| Модемы должны иметь возможность: | |
| - полной дуплексной 2/4-х проводной работы | Да |
| - ширину полосы используемых частот | 3100, 3300 Гц |
| - синхронные/асинхронные каналы передачи, и приема | Да |
| - скорость передачи (должна автоматически подстраиваться под параметры ВЧ линии с сохранением максимальных характеристик системы) | 2,4 - 28,8 кбит/с |
| - компенсации неоднородностей линии | Да |
| - непрерывного наблюдения за передаваемыми данными и за качеством принимаемого сигнала | Да |
| - самодиагностики | Да |
| Речевой канал модемов должен иметь следующие интерфейсы: | |
| - 2-х проводный FXS для подключения к телефонному аппарату (прямой диспетчерский, удаленный абонент) | Да |
| - 2-х проводный FXO - удаленный абонент АТС | Да |
| - 2/4-х проводный с E&M сигнализацией | Да |
| - поддержка факс-аппаратов с автоматическим переключением режимов работы речь/факс | Да |
| Канал передачи данных должен иметь следующие интерфейсы: | V.24/RS-232, V.35, V.36/ RS-449, RS-530 или X.21 |
| Возможность динамического перераспределения полосы пропускания между речевыми каналами и каналом передачи данных. | Да |
| При пассивных речевых каналах освободившиеся ресурсы должны выделяться для передачи данных | Да |
| Речевые каналы должны иметь систему эхоподавления от ближнего конца линии | Да |
| Номинальное значение импедансов всех телефонных интерфейсов | 600 Ом |
| При передаче сигналов и команд РЗ и ПА аппаратура должна обеспечивать: | |
| - максимально допустимое время передачи команд | ≤ 25 мс |
| - время передачи команды при отношении С/Ш – 6 дБ в полосе сигнала 4 кГц | не более – 16 мс (ТТ реле), 24 мс (ЭМ реле) |
| - команду, присутствующую на выходе приёмника на время существования пускового сигнала (следающая команда) | ≤ 3 с |
| - вероятность прохождения команды при указанных отношениях С/Ш | не менее 99 % |
| - Вероятность ложного действия должна быть (в случае скачкообразного увеличения затухания ВЧ тракта на 22 дБ и воздействия на приемник помех типа белого шума с соотношением сигнал/помеха 6 дБ в полосе 4 кГц) | не более 10^{-6} |
| - передача команд через место КЗ | Да |
| - возможность выбора режима пуска команд на передатчике | Да |
| - запоминание сигналов пуска, с последующим пуском команд «по приоритету» на определенное время | Да |
| - на время существования пускового сигнала (для последней | Да |

| | |
|---|---------------------------------------|
| команды) | |
| - возможность выбора режима приема команд на приемнике с запоминанием любой принятой команды на время, выставляемое для каждой команды независимо от 0,1 до 0,5 секунд Задержка на возврат должна быть от 0.1 до 1 секунды с дискретностью 0.1 с | Да |
| - возможность выбора режима приема команд на приемнике без запоминания (мгновенный возврат) | Да |
| - внутреннюю диагностику аппаратуры | Да |
| - формирование внешнего сигнала (сухой контакт) при обнаружении неисправности системой диагностики или при пропадании напряжения питания. Формирование внешнего сигнала (сухой контакт) должно осуществляться также при передаче/приеме команды. | Да |
| - наличие внутреннего регистратора событий, регистрирующего все события, происходящие в аппаратуре (пуск и прием команд, ввод и вывод команд, контроль за состоянием ВЧ канала, обнаружения неисправностей системой диагностики и т.д.) | Да |
| - возможность обмена информацией с АСУТП с использованием стандартного цифрового интерфейса | Да |
| аппаратура ВЧ каналов РЗ и ПА должна интегрироваться в АСУ с получением осциллограмм так же, как от терминалов защит | Да |
| - синхронизацию внутренних часов аппаратуры от системы единого времени (приемника GPS) и по ВЧ каналу | Да |
| Аппаратура должна сохранять работоспособность с сохранением номинальных параметров при следующих условиях окружающей среды: | |
| - температура | от + 1 °С до +45 °С |
| - относительная влажность | не более 85 % при температуре 25°С |
| Размещение аппаратуры в телекоммуникационных шкафах 19" | не более 85 % при температуре 25 °С |
| Защита от воздействия брызг воды и проникновения металлических предметов к элементам аппаратуры, находящимся под напряжением | Да |
| Электропитание аппаратуры ВЧ связи | = 48 В; = 110 В; = 220 В; ~ 220 В. |
| Электромагнитная совместимость в соответствии с | ГОСТ Р 51317.6.5 |
| Обязательно наличие технической и эксплуатационной документации на русском языке в составе, необходимом для монтажа, наладки и технической эксплуатации | Да |
| Производство аппаратуры должно соответствовать стандарту | ISO9001 |
| Обязательно наличие сервисного центра, обеспечение технической поддержки и обучения специалистов | Да |
| Оборудование должно работать в непрерывном режиме круглосуточно и соответствовать требованиям, предъявляемым к многокомпонентным, многоканальным, ремонтпригодным и восстанавливаемым системам | Да |
| Надежность средств связи должна быть обеспечена выбором | Да |

| | |
|--|--|
| и разработкой совокупности технических, программных средств и регламентом их обслуживания | |
| Повышение живучести должно достигаться за счет распределенного управления и автономности отдельных модулей. В случае выхода из строя резервированных компонентов средств связи должен быть предусмотрен автоматический (без вмешательства человека) переход на резервный компонент с сохранением текущей информации (горячее резервирование) | Да |
| Среднее время наработки на отказ | не менее 120000 часов |
| Среднее время восстановления работоспособности системы по любой из выполняемых функций | не более 1 часа (без учета времени доставки ЗИП) |

Технические требования к ВЧ аппаратуре связи по ВЛ

| Функции, их характеристика | Требуемое значение параметра |
|---|----------------------------------|
| Аппаратура должна обеспечивать: | |
| - возможность создания единой сети управления и диагностики ВЧ системы связи | Да |
| - возможность локальной и удаленной переконфигурации аппаратуры | Да |
| - текущий непрерывный контроль параметров передачи / приема канала | Да |
| - удаленную диагностику аппаратуры, как по служебным, так и по сторонним каналам связи | Да |
| - мониторинг параметров аппаратуры, в том числе трактов передачи и приема с хронологической фиксацией произошедших событий в энергонезависимой памяти | Да |
| Характеристики оборудования каналообразующей аппаратуры: | |
| Частотный диапазон работы аппаратуры | 16 - 1000 кГц |
| Шаг позиционного регулирования каналов в ВЧ диапазоне | 4 кГц |
| Выходная мощность оборудования | 10, 20, 40 и 80 Вт |
| Ширина номинальной полосы ВЧ канала | 4000*n Гц, где n - число каналов |
| Номинальная полоса НЧ канала | 300- 4000 Гц |
| Число каналов | 1 - 12 |
| Встроенные модемы телемеханики | Да |
| Аппаратура осуществляет виды связи: | |
| - передача данных | Да |
| - работа передающего (Tx) и приемного (Rx) канала | сближено/разнесено |
| Модемы должны иметь возможность: | |
| - полной дуплексной 2/4-х проводной работы | Да |
| - ширину полосы используемых частот | 3100, 3300 Гц |
| - синхронные/асинхронные каналы передачи, и приема | Да |
| - скорость передачи (должна автоматически подстраиваться под параметры ВЧ) | 2,4 - 28,8 кбит/с |

| | |
|--|--|
| линии с сохранением максимальных характеристик системы) | |
| - компенсации неоднородностей линии | Да |
| - непрерывного наблюдения за передаваемыми данными и за качеством принимаемого сигнала | Да |
| - самодиагностики | Да |
| Речевой канал модемов должен иметь следующие интерфейсы: | |
| - 2-х проводный FXS для подключения к телефонному аппарату (прямой диспетчерский, удаленный абонент) | Да |
| - 2-х проводный FXO - удаленный абонент АТС | Да |
| - 2/4-х проводный с E&M сигнализацией | Да |
| - поддержка факс-аппаратов с автоматическим переключением режимов работы речь/факс | Да |
| Канал передачи данных должен иметь следующие интерфейсы: | V.24/RS-232, V.35, V.36/ RS-449, RS-530 или X.21 |
| Возможность динамического перераспределения полосы пропускания между речевыми каналами и каналом передачи данных. | Да |
| При пассивных речевых каналах освободившиеся ресурсы должны выделяться для передачи данных | Да |
| Речевые каналы должны иметь систему эхоподавления от ближнего конца линии | Да |
| Номинальное значение импедансов всех телефонных интерфейсов | 600 Ом |
| Аппаратура должна сохранять работоспособность с сохранением номинальных параметров при следующих условиях окружающей среды: | |
| - температура | от +1 °С до +45 °С |
| - относительная влажность | не более 85 % при температуре 25 °С |
| Размещение аппаратуры в телекоммуникационных шкафах 19" | не более 85 % при температуре 25 °С |
| Защита от воздействия брызг воды и проникновения металлических предметов к элементам аппаратуры, находящимся под напряжением | Да |
| Электропитание аппаратуры ВЧ связи | = 48 В; = 110 В; = 220 В; ~ 220 В. |
| Электромагнитная совместимость в соответствии с | ГОСТ Р 51317.6.5 |
| Обязательно наличие технической и эксплуатационной документации на русском языке в составе, необходимом для монтажа, наладки и технической эксплуатации | Да |
| Производство аппаратуры должно соответствовать стандарту | ISO9001 |
| Обязательно наличие сервисного центра, обеспечение технической поддержки и обучения специалистов | Да |
| Оборудование должно работать в непрерывном режиме круглосуточно и соответствовать требованиям, предъявляемым к многокомпонентным, многоканальным, ремонтпригодным и восстанавливаемым системам | Да |
| Надежность средств связи должна быть обеспечена выбором и разработкой совокупности технических, программных средств и регламентом их обслуживания | Да |
| Повышение живучести должно достигаться за счет | Да |

| | |
|---|--|
| распределенного управления и автономности отдельных модулей. В случае выхода из строя резервированных компонентов средств связи должен быть предусмотрен автоматический (без вмешательства человека) переход на резервный компонент с сохранением текущей информации (горячее резервирование) | |
| Среднее время наработки на отказ | не менее 120000 часов |
| Среднее время восстановления работоспособности системы по любой из выполняемых функций | не более 1 часа (без учета времени доставки ЗИП) |

Технические требования к ВЧ аппаратуре передачи сигналов и команд РЗ и ПА по ВЛ

| Функции, их характеристика | Требуемое значение параметра |
|--|---------------------------------------|
| Для передачи сигналов и команд РЗ и ПА требуется: | |
| - максимально допустимое время передачи команд ПА | до 50 мс |
| - время передачи команды при отношении С/Ш – 6 дБ в полосе сигнала 4 кГц не более | 16 мс (ТТ реле), 24 мс (ЭМ реле) |
| - время передачи команды при отношении С/Ш – 3 дБ в полосе сигнала 4 кГц не более | 26 мс (ТТ реле), 34 мс (ЭМ реле) |
| - вероятность прохождения команды при указанных отношениях С/Ш | не менее 99 % |
| Вероятность возникновения ложных команд: | |
| - при времени передачи команды 16 мс | не более 10^{-8} |
| - при времени передачи команды 26 мс | не более 10^{-12} |
| Передача команд через место КЗ | Да |
| Возможность выбора режима пуска команд на передатчике | Да |
| Наличие внутреннего регистратора событий, регистрирующего все события, происходящие в аппаратуре | Да |
| Интеграция в АСУ ТП с получением осциллограмм от терминалов защит | Да |
| Возможность обмена информацией с АСУ ТП с использованием стандартного цифрового интерфейса | Да |
| Синхронизация внутренних часов аппаратуры от системы единого времени (приемника GPS) | Да |
| Электропитание ВЧ аппаратуры передачи сигналов и команд РЗ и ПА | = 48 В; = 110 В; = 220 В; ~ 220 В. |
| Возможность мониторинга, удаленной диагностики и конфигурации аппаратуры, как по служебным, так и по сторонним каналам связи | Да |
| Производство аппаратуры должно соответствовать стандарту | ISO9001 |
| Обязательно наличие сервисного центра, обеспечение технической поддержки и обучения специалистов | Да |
| Оборудование должно работать в непрерывном режиме круглосуточно и соответствовать требованиям, предъявляемым к многокомпонентным, многоканальным, ремонтпригодным и восстанавливаемым системам | Да |

| | |
|--|--|
| Надежность средств связи должна быть обеспечена выбором и разработкой совокупности технических, программных средств и регламентом их обслуживания | Да |
| Оборудование должно работать в непрерывном режиме круглосуточно и соответствовать требованиям, предъявляемым к многокомпонентным, многоканальным, ремонтпригодным и восстанавливаемым системам | Да |
| Надежность средств связи должна быть обеспечена выбором и разработкой совокупности технических, программных средств и регламентом их обслуживания | Да |
| Повышение живучести должно достигаться за счет распределенного управления и автономности отдельных модулей. В случае выхода из строя резервированных компонентов средств связи должен быть предусмотрен автоматический (без вмешательства человека) переход на резервный компонент с сохранением текущей информации (горячее резервирование) | Да |
| Среднее время наработки на отказ | не менее 120000 часов |
| Среднее время восстановления работоспособности системы по любой из выполняемых функций | не более 1 часа (без учета времени доставки ЗИП) |
| Климатические условия работы систем связи: | |
| - температура окружающей среды | +1 °С - + 45 °С |
| - относительная влажность воздуха | 85 % при 25 °С |
| Срок службы аппаратуры | не менее 20 лет |

Технические требования к специализированной ВЧ аппаратуре релейной защиты

| Функции, их характеристика | Требуемое значение параметра |
|---|------------------------------|
| Приемопередатчик должен выполнять следующие функции: | |
| - передачу и прием сигналов защиты | Да |
| - возможность создания сложных сетевых топологий (Т-образные схемы, треугольник и т.п.); | Да |
| - автоматический контроль исправности канала связи и наличия запаса по затуханию ВЧ сигнала | Да |
| Характеристики оборудования: | |
| - частотный диапазон работы аппаратуры | 16-1000 кГц |
| - Мощность ВЧ колебаний на выходе линейного фильтра: | |
| - в диапазоне частот от 16 до 600 кГц | 46 дБм |
| - в диапазоне частот от 600 до 1000 кГц | 43 дБм |
| Потребляемая мощность | не более 160 Вт |
| Напряжение питания (постоянное) | 176 ... 242 В |
| Передача сигналов РЗ по ВЛ должна удовлетворять следующим требованиям: | |
| - время передачи команд | не более 26 мс |
| - ширина полосы пропускания по линейному входу приемника | не менее 1,3 кГц |
| - приемопередатчик должен позволять интегрировать его в АСУ ТП по цифровым связям с получением осциллограмм | Да |

| | |
|--|--|
| токов приема и передачи | |
| - вероятность приема ложной команды | 10^{-9} |
| - вероятность пропуска команды | 10^{-6} |
| Производство аппаратуры должно соответствовать стандарту | Да |
| Обязательно наличие сервисного центра, обеспечение технической поддержки и обучения специалистов | Да |
| Оборудование должно работать в непрерывном режиме круглосуточно и соответствовать требованиям, предъявляемым к многокомпонентным, многоканальным, ремонтпригодным и восстанавливаемым системам | Да |
| Надежность приемопередатчика должна быть обеспечена выбором и разработкой совокупности технических, программных средств и регламентом их обслуживания | Да |
| Оборудование должно работать в непрерывном режиме круглосуточно и соответствовать требованиям, предъявляемым к многокомпонентным, многоканальным, ремонтпригодным и восстанавливаемым системам | Да |
| Надежность средств связи должна быть обеспечена выбором и разработкой совокупности технических, программных средств и регламентом их обслуживания | Да |
| Среднее время наработки на отказ | не менее 120000 часов |
| Среднее время восстановления работоспособности системы по любой из выполняемых функций | не более 1 часа (без учета времени доставки ЗИП) |
| Климатические условия работы приемопередатчика: | |
| - температура окружающей среды | +1 °С- + 45 °С |
| - относительная влажность воздуха | 85 % при 25 °С |
| Срок службы аппаратуры | не менее 20 лет |

Библиография

1. МЭК 60495 (1993) Аппаратура оконечная ВЧ-связи с одной боковой полосой (Single sideband power-line carrier terminals).
2. МЭК 60834-1 (1999) Аппаратура телезащиты силовых систем. Эксплуатационные характеристики и испытания. Часть 1. Системы управления (Teleprotection equipment of power systems - Performance and testing - Part 1: Command systems).
3. РД 34.35.310-97 Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем (с Изменением № 1).
4. СТО 56947007-29.240.044-2010 Методические указания по обеспечению электромагнитной совместимости на объектах электросетевого хозяйства, ОАО «ФСК ЕЭС».
5. СТО 56947007-29.120.70.042-2010 Требования к шкафам управления и РЗА с микропроцессорными устройствами, ОАО «ФСК ЕЭС».
6. СТО 56947007-33.040.20.123-2012 Аттестационные требования к устройствам противоаварийной автоматики (ПА), ОАО «ФСК ЕЭС».
7. СТО 56947007-29.120.40.102-2011 Методические указания по инженерным расчетам в системах оперативного постоянного тока для предотвращения неправильной работы дискретных входов микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики, при замыканиях на землю в цепях оперативного постоянного тока подстанций ЕНЭС, ОАО «ФСК ЕЭС».
8. СТО 56947007-33.060.40.108-2011 Нормы проектирования систем ВЧ связи, ОАО «ФСК ЕЭС».
9. СТО 56947007-33.060.40.045-2010 Руководящие указания по выбору частот высокочастотных каналов по линиям электропередачи 35, 110, 220, 330, 500 и 750 кВ, ОАО «ФСК ЕЭС».
10. СТО 56947007-29.240.01.149-2013 Система обеспечения информационной безопасности ОАО «ФСК ЕЭС». Требования к информационным системам, ОАО «ФСК ЕЭС».
11. Типовые технические требования к аппаратуре ВЧ-связи. Утверждены Техническим Директором ОАО РАО «ЕЭС России» П.Ф. Вайнзихером 10.07.2007.

- 12.ITU-T P.862.3:2007 Руководство по применению объективного измерения качества на основе Рекомендаций P.862.1, P.862.2. Международный союз электросвязи.
- 13.Об утверждении Правил применения оборудования проводных и оптических систем передачи абонентского доступа (с Изменением № 1). Приказ Мининформсвязи России от 24.08.2006 № 112.
- 14.IEEE C 37.94-2002 Оптический интерфейс со скоростью передачи, кратной 64 кбит/с, между оборудованием релейной защиты и мультиплексором (IEEE Standard for N Times 64 kilobit per second optical fiber interfaces between teleprotection and multiplexer equipment).